

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«На правах рукопису»
УДК 676.011

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М. Д. Гомеля

«___» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 161-Хімічні технології та інженерія

**на тему: "Визначення оптимального градуса млива макулатурної маси в
процесах виробництва туалетного паперу із макулатури на Приватному
акціонерному товаристві «Київський картонно-паперовий комбінат»**

Виконав:

студент II курсу, групи ЛЦ-91мп

Ластов'як Юрій Ярославович _____

Керівник:

доц., к.т.н.

Плосконос В.Г. _____

Рецензент:

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною
програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 161 Хімічні технології та інженерія (Хімічні
технології переробки деревини та рослинної сировини)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Ластов'яку Юрію Ярославовичу

1. Тема дисертації: "Визначення оптимального градуса млива макулатурної маси в процесах виробництва туалетного паперу із макулатури на Приватному акціонерному товаристві «Київський картонно-паперовий комбінат»

науковий керівник дисертації Плосконос Віктор Григорович, доц., к.т.н. затверджені наказом по університету від від «03» листопада 2020 р. № 3207–с.

2. Термін подання студентом дисертації: « 14 » грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження: технологічні процеси виробництва туалетного паперу із макулатури на ПрАТ "Київський КПК

4. Предмет дослідження: процеси розмелювання макулатурної маси виробництва туалетного паперу із макулатури.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: обґрунтувати інноваційні зміни в технологічному потоці; навести вимоги до сировини, допоміжних хімічних речовин та готової продукції; навести технологічну схему виробництва туалетного паперу із макулатури; виконати розрахунок матеріального балансу води та волокна, а також теплового балансу; обрати основне технологічне обладнання; навести заходи з охороги праці на виробництві; розробити стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: інноваційні рішення в технології виробництва туалетного паперу із макулатури; технологічна схема; результати зведеного матеріального балансу, стартап-проект.

7. Орієнтовний перелік публікацій: 3 Тези.

8. Дата видачі завдання «» жовтня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Обґрунтування інноваційних змін, затвердження технологічної схеми	29.10 – 02.11	
2	Оформлення вимог до сировини, хімікатів та готової продукції; представлення вихідних даних та блок-схеми для розрахунку матеріального балансу води та волокна	03.11 – 10.11	
3	Розрахунок та оформлення матеріального балансу; розрахунок основного технологічного обладнання	11.11 – 18.11	
4	Розробка заходів з техніки безпеки на виробництві	19.11 – 23.11	
5	Розробка стартап-проєкту. Загальне оформлення магістерської дисертації	24.11 – 08.12	

Студент

Науковий керівник дисертації

Ю.Я. Ластов'як
В.Г. Плосконос

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 89 стор., 29 табл., 1 дод., 28 пос.

Актуальність теми: підвищення показників якості туалетного паперу із макулатури на ПрАТ «Київський картонно–паперовий комбінат».

Мета і задачі дослідження: Мета роботи — дослідження з метою визначення оптимального градуса млива макулатурної маси в процесах виробництва туалетного паперу із макулатури на ПрАТ «Київський картонно–паперовий комбінат».

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

1) вивчити сучасні технологічні рішення для підвищення якості туалетного паперу із макулатури на ПрАТ «Київський картонно–паперовий комбінат».

2) виконати дослідження з метою визначення оптимального градуса млива макулатурної маси в процесах виробництва туалетного паперу із макулатури;

3) розрахувати матеріальний та тепловий баланси виробництва паперу;

4) виконати розрахунок та вибір основного технологічного обладнання у відповідності з заданою продуктивністю технологічного потоку;

5) розробити заходи з охорони праці щодо шкідливих та небезпечних факторів на виробництві паперу;

6) розробити стартап–проект виробництва туалетного паперу із макулатури.

Об’єкт дослідження: технологічні процеси виробництва туалетного паперу із макулатури на ПрАТ "Київський КПК.

Предмет дослідження: процеси розмелювання макулатурної маси виробництва туалетного паперу із макулатури.

Методи дослідження: теоретичні методи дослідження властивостей, основного технологічного обладнання та технологій виробництва туалетного паперу із макулатури, математичні методи для проведення технологічних розрахунків матеріального та теплового балансів виробництва паперу.

Практичне значення одержаних результатів: результати магістерської дисертації можуть бути впроваджені на підприємствах паперової галузі промисловості для покращення техніко–економічних показників виробництва та якості продукції.

Досліджено властивості паперу, технологічні характеристики обладнання та технології виготовлення виробництва туалетного паперу із макулатури.

Наведено показники якості сировини, хімікатів та готової продукції. Розроблено технологічну схему виробництва туалетного паперу із макулатури.

Розраховано матеріальний баланс води та волокна, а також тепловий баланс контактного-конвективного способу сушіння паперу.

Проведено розрахунок та вибір основного обладнання у відповідності до продуктивності технологічного потоку.

Розглянуто основні шкідливі фактори, які впливають на безпеку працівників цеху з виробництва паперу.

Апробація результатів дисертації: положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на XVII міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (21-22 травня 2020 р. м. Київ), на XXVI Всеукраїнської наук.-практ.конф. студ.,аспір. і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" (21-22 травня 2020 р. м. Київ) та на XXI наук.-практ.конф. "Екологія. Людина. Суспільство" (21-22 травня 2020 р. м. Київ).

Публікації: за результатами дисертаційної роботи опубліковано 3 тези доповідей на міжнародних та Всеукраїнських конференціях.

МАКУЛАТУРА, РОЗПУСК, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ОЧИЩЕННЯ, ЗГУЩЕННЯ, ПАПЕРОРобНА МАШИНА, СУШІННЯ, НАКАТ, ПАПІР ТУАЛЕТНИЙ ІЗ МАКУЛАТУРИ

ABSTRACT

Master's thesis: 89 p., 29 Table., 1 Appendix, 28 pos.

Relevance of the topic: improving the quality of toilet paper from waste paper at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill".

Purpose and objectives of the study: The purpose of the work - a study to determine the optimal degree of grinding of waste paper in the production of toilet paper from waste paper at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill".

To achieve this goal, the following tasks were set:

1) to study modern technological solutions to improve the quality of toilet paper from waste paper at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill".

2) perform research to determine the optimal degree of grinding of waste paper in the production of toilet paper from waste paper;

3) calculate the material and thermal balances of paper production;

4) perform the calculation and selection of the main technological equipment in accordance with the specified productivity of the technological flow;

5) develop measures for labor protection against harmful and dangerous factors in paper production;

6) to develop a startup project for the production of toilet paper from waste paper.

Object of research: technological processes of production of toilet paper from waste paper at PJSC "Kyiv PDA".

Subject of research: processes of grinding waste paper in the production of toilet paper from waste paper.

Research methods: theoretical methods of research of properties, the basic technological equipment and technologies of production of toilet paper from waste paper, mathematical methods for carrying out technological calculations of material and thermal balances of paper production.

Practical significance of the obtained results: the results of the master's dissertation can be implemented in the enterprises of the paper industry to improve the technical and economic indicators of production and product quality.

The properties of paper, technological characteristics of equipment and technologies of production of toilet paper from waste paper are investigated.

Indicators of quality of raw materials, chemicals and finished products are given. The technological scheme of production of toilet paper from waste paper is developed.

The material balance of water and fiber, as well as the heat balance of the contact-convective method of paper drying are calculated.

The calculation and selection of the main equipment in accordance with the productivity of the technological flow.

The main harmful factors that affect the safety of employees of the paper shop are considered.

Approbation of dissertation results: the provisions of the dissertation were reported and discussed at the XVII International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Resource and Energy Saving Technologies and Equipment" (May 21-22, 2020, Kyiv), at the XXVI All-Ukrainian Scientific Practice. conf. stud., aspir. and young scientists "Equipment of chemical industries and enterprises of building materials" (May 21-22, 2020, Kyiv) and at the XXI scientific-practical conference. "Ecology. Man. Society" "(May 21-22, 2020, Kyiv).

Publications: based on the results of the dissertation, 3 abstracts were published at international and All-Ukrainian conferences.

**WASTEWARE, DISSOLUTION, GRINDING, CLEANING,
CONDENSING, PAPER MACHINE, DRYING, ROLLING, TOILET PAPER
FROM WASTEWOOD**

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	9
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	10
1. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАДУСА МЛИВА В ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ МАКУЛАТУРИ НА ПрАТ "КИЇВСЬКИЙ КПК.....	12
1.1 Макулатура та проблеми відновлення паперотворних властивостей вторинних волокон	12
1.2 Експериментальні дослідження для визначення впливу градуса млива макулатурної маси на показники міцності паперу.....	18
1.3 Визначення оптимального градуса млива макулатурної маси.....	21
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	25
2.1 Вимоги до сировини та готової продукції.....	25
2.2 Технологічна схема виробництва туалетного паперу із макулатури та її опис.....	32
2.3 Матеріальний баланс виробництва продукції.....	44
2.4 Вибір та розрахунок основного технологічного обладнання	60
2.5 Розрахунок теплового балансу	69
3 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	71
4 СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	77
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
ДОДАТОК	90

ВСТУП

Відносини людства з природою нашої планети мають непросту історію. Чисельність населення постійно зростало, а разом із цим підвищуються і запити, які вимагають для задоволення все більше ресурсів.

На протязі багатьох століть людство чинило негативний вплив на природу невпинно нарощуючи промислові потужності, незважаючи на фактори, які негативно впливали на стан довкілля. Значне розширення виробництва та енергоспоживання спричинило такі негативні наслідки, як інтенсивне забруднення повітря, вирубування лісів, ерозію ґрунтів, забруднення води.

Ефективне використання ресурсів та впровадження більш чистого виробництва - передбачає підвищення продуктивності в економіці шляхом диверсифікації, технічної модернізації та інноваційної діяльності та підвищення глобальної ефективності використання ресурсів у системах споживання і виробництва [18].

В сучасній технології виготовлення картонно-паперової продукції хімічна складова виробництва – хімія паперу та хімічні функціональні речовини для паперу є найважливішим компонентом технології. Вони постійно збагачуються новими науковими досягненнями та ефективними функціональними хімічними продуктами [21].

Такий характер розвитку хімії паперу та хімії для паперу залишається потенційно перспективним засобом впливу на властивості паперу та ефективність технології та є одним із напрямків ресурсозбереження [18].

Целюлозно-паперова промисловість належить до наймасштабніших споживачів волокнистих напівфабрикатів та води. Використання макулатури у виробництві паперу та картону дозволяє суттєво знизити споживання природних ресурсів, зменшити забруднення навколишнього середовища.

В другій половині XX ст. у світовій практиці виробництва паперу та картону значно зріс інтерес до використання макулатури як джерела вторинного волокна, що пояснювалось, з одного боку, жорсткістю законодавства з охорони навколишнього середовища, а з іншого боку — економічною доцільністю. Крім

того, використання вторинного волокна для виробництва різних целюлозно-паперових матеріалів дозволяє істотно знизити загальний рівень енергоспоживання. Використання макулатури дозволяє значно економити деревину (1 т макулатури замінює приблизно 4 м³ деревини), тепло, воду, зменшити парниковий ефект [2].

Широке використання макулатури у виробництві паперу та картону є економічно вигідним та має важливе значення з погляду збереження природних ресурсів.

Але у цьому разі виникає низка проблем, обумовлених більш низькою якістю макулатури в порівнянні з целюлозою. Це призводить до погіршення утримування волокна на сітці паперо- або картоноробної машини, а відповідно і до забруднення підсіткових вод, збільшення витрат сировини разом із підсітковими водами. У разі повторного використання утриманого волокна якість готової продукції погіршується, оскільки збільшується кількість дрібного волокна в композиції.

Тому в процесах виробництва паперу та картону із вторинного макулатурного волокна усе частіше використовують модифіковані крохмальні клеї з метою підвищення фізико-механічних показників отриманого продукту та для утримування дрібного волокна на сітці машини.

Саме тому, інноваційною складовою магістерської дисертації є дослідження з метою визначення оптимального градуса млива макулатурної маси та впливу його на показники якості паперового полотна [22].

Дана магістерська дисертація розроблена з урахуванням сьогоденних тенденцій у галузі, які спрямовані на зменшення собівартості та підвищення якості продукції, а саме: туалетного паперу із макулатури. Ці заходи будуть здатні підвищити конкурентоздатність вироблюваної продукції та є одним із напрямків ресурсоефективних технологій [18].

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НД – нормативна документація

НТД – нормативно-технічна документація

ПРМ – папероробна машина

КРЦ – картонноробний цех

ТУ – технічні умови

ЦПП – целюлозно-паперова промисловість

РПВ – розмельно-підготовчий відділ

ПРВ – повздовжньо-різальний верстат

КПЗ – картонно-паперовий завод

ГРВ – гідророзбивач вертикальний

1. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАДУСА МЛИВА МАКУЛАТУРНОЇ МАСИ В ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ МАКУЛАТУРИ НА ПРАТ "КИЇВСЬКИЙ КПК

З метою підвищення якості туалетного паперу із макулатурної сировини можуть бути запропоновані інноваційні рішення, впровадження яких може бути віднесено до одних із напрямків ресурсоефективних технологій і дає можливість удосконалювати процеси виробництва на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат».

1.1 Макулатура та проблеми відновлення паперотворних властивостей вторинних волокон

У другій половині 20 століття в світовій практиці виробництва паперу і картону значно зріс обсяг використання макулатури як джерела вторинного волокна. Це пояснюється, з одного боку, посиленням законодавства з охорони навколишнього середовища, з іншого - економічною доцільністю. Крім того, використання вторинного волокна для виробництва різних видів целюлозно-паперової продукції дозволяє істотно понизити загальний рівень енергоспоживання [2].

Особлива увага технологів приділяється дослідженню способів відновлення паперотворних властивостей вторинних волокон, удосконаленню технологічних процесів виробництва паперу і картону за рахунок вибору оптимального градуса млива маси та застосування допоміжних хімічних речовин [1].

Весь асортимент таропакувальних матеріалів виготовляється, в основному, з одних і тих самих видів волокнистих напівфабрикатів. Разом з тим, властивості готової продукції суттєво відрізняються. Причина полягає в тому, що до переробки на папір чи картон волокнисті матеріали проходять відповідну механічну та хімічну обробку, результат якої для первинних волокон целюлози і вторинних волокон макулатури є різним.

Вторинне волокно з макулатури характеризується високою

полідисперсністю і є дуже неоднорідним за компонентним складом. Найважливішим моментом, що визначає властивості вторинного волокна, є його ороговіння під час сушіння і повторного використання [1].

Фляте Д.М. також відзначає, що особливо сильний вплив на властивості волокон призводить процес їх сушіння. В результаті цього відбулись деякі незворотні зміни властивостей волокон: відома втрата їх еластичності, ороговіння поверхні та збільшення внаслідок цього крихкості волокон. За його дослідженнями, за однакового ступеня млива волокна макулатури у порівнянні з волокнами целюлози вирізняються пониженою здатністю до набухання. Ороговіння викликає зменшення питомої поверхні волокна, що супроводжується значною втратою його здатності до утворення міжволоконних хімічних водневих зв'язків і є однією із суттєвих причин погіршення паперотворних властивостей вторинних волокон у порівнянні з первинними волокнами [5].

Дослідженнями властивостей волокон з різної макулатури займалися вітчизняні науковці, які показали, що паперотворні властивості регенерованих волокон визначаються кількістю циклів переробки за повторного використання волокнистих напівфабрикатів, їх способами одержання і морфологічними особливостями. При цьому найбільш стійкими під час багаторазового використання виявилися волокна сульфатної невибіленої хвойної целюлози і деревної маси. Найбільші зміни у властивостях волокон відбуваються за перші чотири цикли повторного використання макулатури, при чому найбільш чутливим показником є зниження опору злому паперу, виготовленого з регенерованих волокон макулатури. Проблема циклічності використання макулатури є прихованою, оскільки на сьогодні неможливо встановити кількість виробничих циклів, які пройшла макулатура, тобто скільки разів макулатурні волокна піддавались розпуску, розмелюванню, пресуванню, сушінню і т.д. Також не існує доступних методів експрес-аналізу для визначення показника циклічності використання макулатури [7].

Набуті під час проходження циклів використання макулатури властивості вторинних волокон (зокрема ороговіння) впливають на важливі споживчі властивості паперово-картонних матеріалів - жорсткість і схильність волокон до

вищипування з поверхні. Жорсткість паперу і картону, виготовлених з усіх видів напівфабрикатів, за використання вторинного волокна значно знижується.

1.1.2 Загальні відомості про процес розмелювання

Рослинні волокна перед їх використанням для виробництва паперу піддають спеціальному механічному обробленню – розмелюванню, яке відбувається з використанням води. Розмелювання є однією з найважливіших технологічних операцій, що визначає властивості продукції. Цей процес найбільш енергоємний у паперовому виробництві, на його здійснення витрачається іноді до 60...70 % енергії від загального споживання. Папір отриманий навіть із високоміцних, але нерозмелених рослинних волокон, має дуже низьку міцність, високу пористість, нерівномірну структуру і для вжитку, як правило, непридатний. Нерозмелені волокна погано диспергуються, збиваються в пластівці і у готовому папері мають слабкий міжволоконний зв'язок [2].

Незважаючи на те, що в даний час застосовуються для розмелювання апарати різного типу, принцип їхньої дії приблизно однаковий і полягає в тому, що волокна в присутності води у вигляді волокнистої суспензії різної концентрації обробляються між перехресними ножами ротора і статора розмелювального апарата (рис.1).

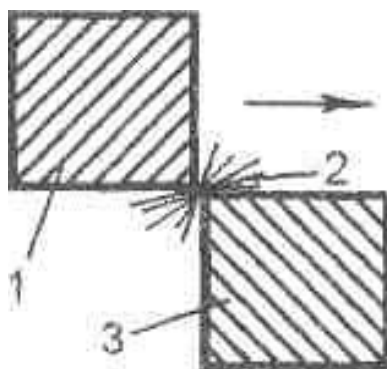


Рисунок 1 Схема розмелювання:
1 - ніж ротора; 2 - волокна; 3 - ніж статора

У результаті такого оброблювання вони піддаються гідравлічним ударам, укорочуванню, розщепленню, стиранню, стисненню, роздавлюванню та іншим механічним впливам, під дією яких у процесі розмелювання змінюються їхня

довжина, товщина і фракційний склад. Також при розмелюванні з використанням води змінюються колоїдно-хімічні властивості волокон - вони стають більш гнучкими, еластичними, жирними на дотик, важче зневоднюються. Папір отриманий з таких волокон, незважаючи на їх укорочення, є міцнішим [2].

Сучасні уявлення про процес розмелювання

Засновником сучасної теорії розмелювання є професор Я. Г. Хінчин, який у 1941 р. першим висловив припущення про звільнення під час розмелювання полярних гідроксильних груп целюлози і геміцелюлози і участі їх в утворенні водневого зв'язку в готовому папері. Отже, в основу сучасної теорії розмелювання покладено те, що характер міжволоконних зв'язків у паперовому листі подібний міжмолекулярним бічним зв'язкам целюлозних ланцюгів і здійснюється через водневі містки -ОН...О-[2].

Водневий зв'язок - це особливий вид міжмолекулярної взаємодії між атомом водню та іншими електронегативними атомами: кисню, азоту, фтору і, у меншій степені, хлору, сірки і т. д. Цей зв'язок виникає на відстані між атомами водню і кисню не більше ніж $(2,55...2,754) \cdot 10^{-10}$ м [2].

Вирішальне значення для розмелювання має набрякання волокон, оскільки при цьому волокна легше піддаються фібриляції, вони стають гнучкішими, еластичнішими, важче зневоднюються. Папір і картон, отримані з таких волокон, стають міцнішими. Вода грає дуже важливу роль в усіх процесах приготування волокнистої маси, формування паперового листа, оскільки вона, як і целюлозні волокна, містить гідроксильні групи і може утворювати з ними водневий зв'язок. Вода може знаходитися з волокном у вільному, капілярно-зв'язаному і молекулярно-зв'язаному станах.

Під час розмелювання процеси укорочення, фібриляції і набрякання протікають одночасно. При цьому відбувається зовнішня і внутрішня фібриляція волокон. При першій - від волокна відділяються волокнина і оболонки, що збільшує загальну поверхню і число вільних гідроксильних груп, здатних утворювати водневі зв'язки. Внутрішня фібриляція - частково послабляє зв'язки між волокнами, що робить волокна гнучкішими і еластичнішими.

Під час розмелювання волокон без попереднього набухання у воді або за розмелювання в неводному середовищі волокна погано фібрилюються, тільки механічно подрібнюються і отриманий з них папір буде пухким і неміцним.

Ступінь млива волокон сильно впливає на величину поверхні контакту між ними. У нерозмелених волокон ця поверхня становить 20 ... 30 %, а за порівняно невеликого ступеня млива вона збільшується до 80 ... 90 % від загальної поверхні.

Сучасна теорія розмелювання дозволяє правильно пояснити багато властивостей паперу, а також деякі явища, пов'язані з процесом їх виготовлення. Так, різке зниження міцності паперу за намочування у воді пояснюється тим, що вода, проникаючи між волокнами, руйнує водневий зв'язок. Зменшення міцності паперу за введення в їхню композицію мінеральних наповнювачів та інших інертних речовин пояснюється тим, що вони, розташовуючись між волокнами, перешкоджають утворенню міжволоконного водневого зв'язку. Однак їхня міцність може бути збільшена за рахунок тих добавок, які здатні утворювати водневий зв'язок із гідроксильними групами целюлози. До таких зв'язувальних добавок належать карбоксиметилцелюлоза (КМЦ), крохмаль, рослинні камеді та інші [3].

Таким чином, можна зробити висновок, що на величину міжволоконних зв'язків у папері впливають такі чинники; як природа волокна і ступінь його млива, введення в паперову масу різних наповнювачів і клеїльних речовин, режими формування, пресування і сушіння паперового полотна на машині та ін.

Вплив розмелювання на основні властивості паперу

Як уже відзначалося, на процес розмелювання впливають багато чинників, тому якість приготовленої паперової маси, яка має навіть однаковий ступінь млива, може бути неоднаковою, а отже різними будуть і показники якості готової продукції. Загальну картину зміни основних властивостей паперу в процесі розмелювання волокнистих напівфабрикатів подано на рис.2 [2].

Із рис. 2 видно, що в міру підвищення ступеня млива маси сила міжволоконного зв'язку зростає, що пояснюється збільшенням питомої поверхні

волокон. Однак при цьому відбувається зменшення їхньої середньої довжини. Тому на фізико-механічні показники паперу впливають чинники, які у процесі розмелювання діють у протилежних напрямках, одні збільшують їхню міцність, а інші - зменшують.

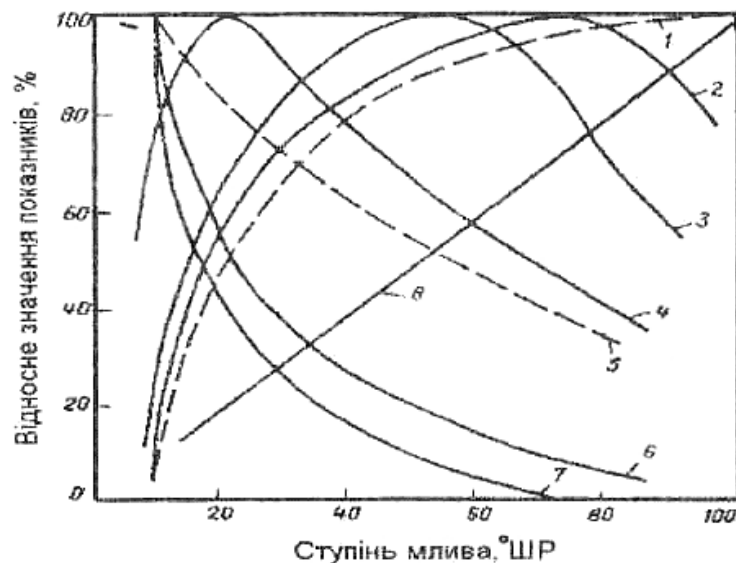


Рисунок 2 Зміна основних властивостей паперу в процесі розмелювання волокнистих напівфабрикатів: 1 - міжволоконні сили зв'язку; 2 - розривна довжина; 3 - опір зламу; 4 - опір роздиранню; 5 - середня довжина волокна; 6 - усотувальна здатність; 7 - повітропроникність; 8 - деформація при зволоженні.

На першій стадії розмелювання сили зв'язку між волокнами зростають швидше, ніж зменшується їхня середня довжина, тому всі механічні показники збільшуються. Перегин кривих міцності паперу настає тоді, коли сили міжволоконних зв'язків уже не можуть компенсувати міцності завдяки зниженню середньої довжини волокон.

На першій стадії розмелювання усі фізико-механічні показники паперу швидко зростають, досягають максимуму, а потім знижуються. Так, розривна довжина досягає максимуму при 70...80 °ШР, опір зламу - при 50...60 °ШР, а опір роздиранню і продавлюванню - при 20...30 °ШР. Отже, перші два показники залежать в основному від сил міжволоконного зв'язку, а останні - від середньої довжини волокна і його міцності.

Положення точок перегину на кривих міцності паперу великою мірою залежить від умов процесу розмелювання: чим вища ступінь фібрилювання

волокна і його укорочування, тим правіше зміщуються точки перегину і зниження кривих іде повільніше.

З наведених даних випливає, що ступінь млива паперової маси повинен бути таким, щоб показники якості готової продукції, що визначають її основні властивості, були максимальними. Для одних видів паперу ступінь млива маси повинен бути високим, для інших - нижчим.

1.2 Експериментальні дослідження для визначення впливу градуса млива макулатурної маси на показники міцності паперу

Експериментальні дослідження для визначення впливу градуса млива макулатурної маси на показники міцності паперу проводилися в лабораторних умовах кафедри Е та ТРП ІХФ [28-30].

В табл.1.1 наведено фактори та діапазони їх значень, у відповідності з якими розроблено матрицю експериментальних досліджень за використання принципів методу групового урахування експерименту (МГУА) [21,23,24]. Використання методу дає можливість факторам змінюватися на 4-х експериментальних рівнях. Такий підхід забезпечує в процесі розроблення математичних моделей брати до уваги моделі будь-якої складності.

Таблиця 1.1 - Найменування факторів та діапазони їх значень

Діапазон варіювання факторів	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
	Градус млива, °ШР	Вид проклеювання	Ступінь заміщення клею	Витрата клею, %	Точка введення клею
Нижній	45	0	0,000	0,8	Після розмел (1)
Верхній	70	1	0,053	1,8	Під час відлив.(2)

У відповідності з матрицею експериментальних досліджень, що наведена в табл. 1.2 проведено серію експериментів.

Для проклеювання паперової маси використовується приготовлений загальноприйнятим способом крохмальний клей за концентрації 3 %.

Відливки зразків виготовляються з витратою приготовленого модифікованого крохмального клею, а саме: 0,8-1,05-1,55-1,8% та різним

ступенем модифікації (0,037-0,045-0,053) з додаванням клею в процесі розмелювання (точка 1), або під час відливання (точка 2).

Виготовлені відливки піддавалися випробуванням в лабораторії кафедри Е та ТПР та Випробувального Центру «Інституту паперу». Результати експериментальних досліджень зведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Матриця експерименту та результати експериментальних досліджень

Номер досліджу	Фактори						Значення параметра оптимізації				
	X ₁ градус млива	X ₂ Вид прокл.	X ₃ Ст.зам. клею	X ₄ Витр. клею	X ₅ Точка введ.	X ₆ [*] Сер. маса	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
1	56	0	0	0	0	103,1	148,36	250,65	3,90	1,25	222
2	60	1	0,037	1,55	1	119,9	214,77	367,88	5,32	1,86	121
3	39	1	0,045	0,8	1	126,9	192,50	302,39	4,93	2,08	191
4	46	1	0,045	1,55	1	137,9	226,49	323,24	5,40	1,97	-
5	67	1	0,037	1,3	2	129,4	257,35	406,13	6,15	1,85	185
6	60	1	0,045	1,05	2	111,9	167,50	344,58	5,02	1,53	185
7	45	0	0	0	0	121,5	196,80	259,23	4,02	1,21	227
8	60	1	0,053	1,8	1	105,9	174,92	323,98	4,75	1,59	158
9	46	1	0,045	0,8	2	119,5	151,09	283,75	4,42	1,19	135
10	67	1	0,053	1,55	1	-	-	-	-	-	-
11	42	1	0,053	1,05	2	111,2	164,38	260,70	4,58	1,58	128
12	67	1	0,045	1,05	2	105,0	158,91	297,24	5,35	1,49	143
13	39	1	0,045	1,3	2	105,1	149,92	263,89	3,13	1,07	188
14	50	1	0,053	0,8	1	115,3	185,08	302,15	5,13	1,62	183
15	50	1	0,037	1,8	2	116,0	194,07	349,24	5,33	2,25	190
16	52	0	0	0	0	117,1	176,88	314,41	4,85	1,61	222
17	45	1	0,037	1,8	1	120,4	196,02	294,05	4,33	1,69	178
18	60	0	0	0	0	114,5	191,33	336,48	4,90	1,49	194
19	42	1	0,037	1,55	2	110,5	160,86	301,66	4,45	1,12	-
20	39	0	0	0	0	116,9	178,44	321,52	4,85	1,48	239
21	46	1	0,053	1,55	1	104,1	169,06	307,05	4,73	1,19	142

* - фактор X₆- маса 1 м² (врахування змінної маси відливка)

У відповідності з результатами експериментальних досліджень розроблено математичні залежності для визначення оптимального градуса млива та його впливу на фізико-механічні показники паперу [21,24].

Як відомо [21], математична модель, у відповідності із своїм призначенням, повинна з максимальним ступенем істинності відображати механізми процесів, що вивчаються. Саме тому розроблення та подальше

дослідження математичних моделей – це цілеспрямоване використання інформації з метою надати можливість експериментатору прослідкувати та вивчити закономірності змінювання досліджуваних властивостей отриманого матеріалу в залежності від значень, які будуть надані вхідним факторам [21,24].

а) математична модель за показником опору плоскостному стисненню, Н

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_1 = 97,67 + 1,22 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 \cdot X_6^3 - 0,20 \cdot X_1 \cdot \cos(X_4) \cdot X_5 + 1,79 \cdot 10^{-6} \cdot \operatorname{tg}(X_1) \cdot X_6 - 7,58 \cdot \operatorname{tg}^3(X_3) \cdot \cos(X_6) - 7,65 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot \cos(X_2) \quad (1.1)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,05%.

б) математична модель за показником абсолютного опору продавлюванню, кПа.

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_2 = 240,86 + 2,4 \cdot 10^{-6} \cdot X_1^2 \cdot X_6^2 + 7,95 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_2) \cdot \cos(X_5) \cdot \cos(X_6) \cdot \sin(X_6) - 1,10 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(X_4) \cdot X_1^2 + 1,18 \cdot 10^1 \cdot X_4^2 \cdot \cos(X_4) \cdot \operatorname{tg}(X_5) - 1,17 \cdot \operatorname{tg}(X_1) \cdot \sin(X_6) \cdot \cos(X_2) \quad (1.2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 6,15%.

в) математична модель за показником питомого опору розриванню в машинному напрямку, кН\м

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_3 = 2,55 + 3,02 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 \cdot X_6^2 + 3,0 \cdot 10^{-2} \cdot \sin(X_1) \cdot \operatorname{tg}^2(X_1) \cdot \operatorname{tg}(X_5) - 1,07 \cdot \cos(X_5) \cdot \cos^2(X_6) \cdot \sin(X_6) + 7,75 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 \cdot \cos^2(X_1) \cdot \sin(X_5) - 1,68 \cdot 10^1 \cdot X_3 \cdot \sin^2(X_6) \cdot \cos(X_6) \quad (1.3)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 4,36%.

г) математична модель за показником опору торцевому стисненню, кН\м

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_4 = -1,37 + 2,63 \cdot 10^{-2} \cdot X_6 - 3,1 \cdot 10^{-1} \cdot \cos(X_1) \cdot \operatorname{tg}(X_5) \cdot \cos^2(X_6) + 6,22 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(X_1) \cdot X_2 - 1,74 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos^2(X_1) - 6,85 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^2(X_1) \cdot \cos(X_4) \quad (1.4)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 8,78%.

д) математична модель за показником поверхневої вбирності води Кобб₃₀, г

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_5 = 133,42 + 6,11 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_4) \cdot \cos(X_5) \cdot X_6 + \quad (1.5)$$

$$+ 2,82 \cdot \cos(X_1) \cdot \operatorname{tg}(X_4) \cdot X_3 \cdot \operatorname{tg}(X_6) + 3,42 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_4 \cdot X_6^2 -$$

$$- 3,25 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_4) \cdot \cos^2(X_5) \cdot \cos(X_6) + 1,69 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot \sin(X_4) \cdot X_6^2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,25 %.

Аналіз математичного виразу (1.5) дозволяє також зробити висновок, що математична модель за показником поверхневої вбирності води Кобб₃₀ логічна. Зростанню значення показника поверхневої вбирності води Кобб₃₀ сприяють ефекти взаємодії таких факторів, як градус млива (X_1), ступінь заміщення модифікованого клею (X_3), витрата клею (X_4) та точка введення клею (X_5).

1.3 Визначення оптимального градуса млива макулатурної маси

На даному етапі роботи була поставлена задача визначитися з показником ступеня млива макулатурної маси, за значення якого можливо досягти оптимальних значень міцнісних характеристик зразків паперу [28-30].

Разом з тим, в ході проведення експериментальних досліджень масу 1 м² зразків паперу було прийнято рішення зафіксувати X_6 на оптимальному рівні у відповідності технологічними вимогами виготовлення туалетного паперу із макулатурної маси.

В табл. 1.3 наведено результати експериментальних досліджень за використання математичних залежностей, з яких можна зробити висновок, що за оптимальну можливо вважати масу 1 м², що дорівнює 125 г.

На наступному етапі на базі розроблених математичних залежностей (1.1 - 1.5) були проведені експериментальні дослідження, мета яких – визначитися з показниками ступеня млива макулатурної маси, за яких можливо досягти оптимальних значень міцнісних характеристик зразків паперу за оптимального значення маси 125 г. та за умови введення клею на стадії розмелювання маси [28-30].

Дослідження проводилися в діапазоні ступеня млива від 40 до 70 °ШР. Проведено 4 серії експериментів:

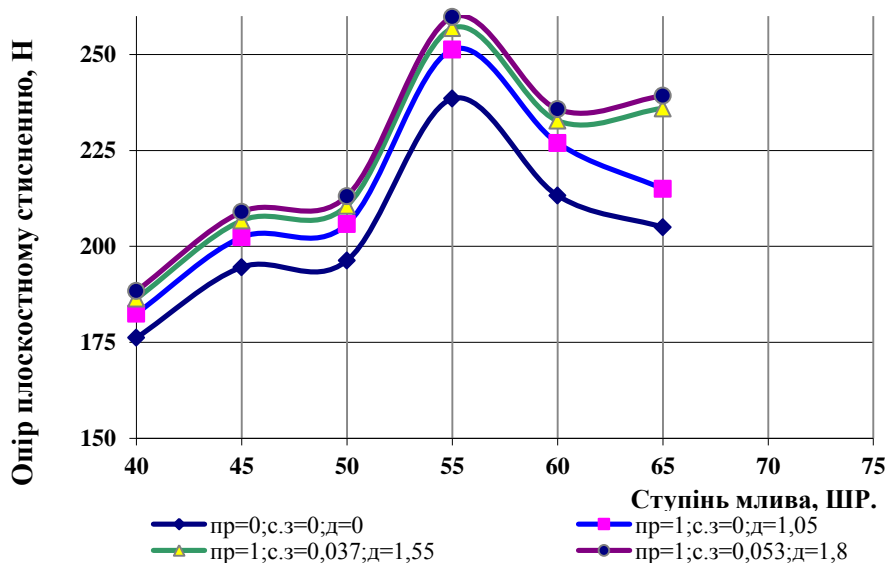
- макулатурна маса без проклеювання;
- макулатурна маса з проклеюванням не модифікованим кукурудзяним клеєм (доза 10,5 кг\т) ;
- макулатурна маса з проклеюванням модифікованим кукурудзяним клеєм (ступінь заміщення 0,037; доза 15,5 кг\т) ;

- макулатурна маса з проклеюванням модифікованим кукурудзяним клеєм (ступінь заміщення 0,053; доза 18 кг\т).

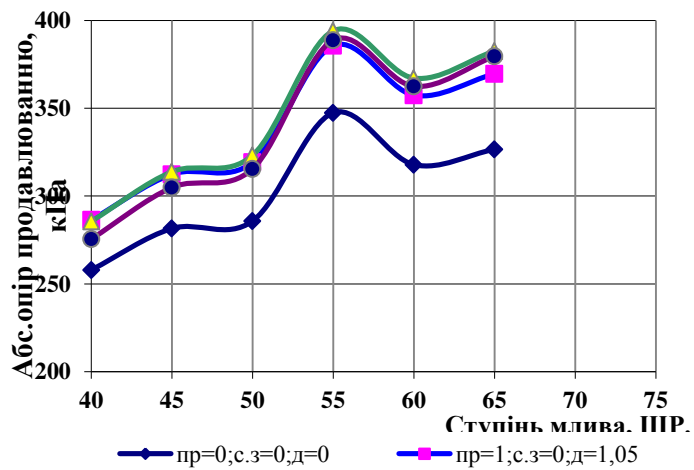
Таблиця 1.3 — Фізико-механічні показники зразків паперу в залежності від маси 1 м² та за умови введення клею на стадії розмелювання маси

Маса 1 м ² зразків паперу	Градус млива, °ШР	Вид проклеювання	Ступінь заміщення клею, %	Витрата клею	Фізико-механічні показники		
					Опір плоскостному стисненню, Н	Абсолютний опір продавлюванню, кПа	Опір торцевому стисненню, кН\м.
100	50	1	0	0,8	146	279	1,0
112	50	1	0	0,8	171	296	1,1
125	50	1	0	0,8	204	312	1,5
100	55	1	0,045	1,8	157	304	1,3
112	55	1	0,045	1,8	185	325	1,7
125	55	1	0,045	1,8	260	389	1,9
100	60	1	0,053	1,8	165	315	1,3
112	60	1	0,053	1,8	195	337	1,6
125	60	1	0,053	1,8	236	363	2,1

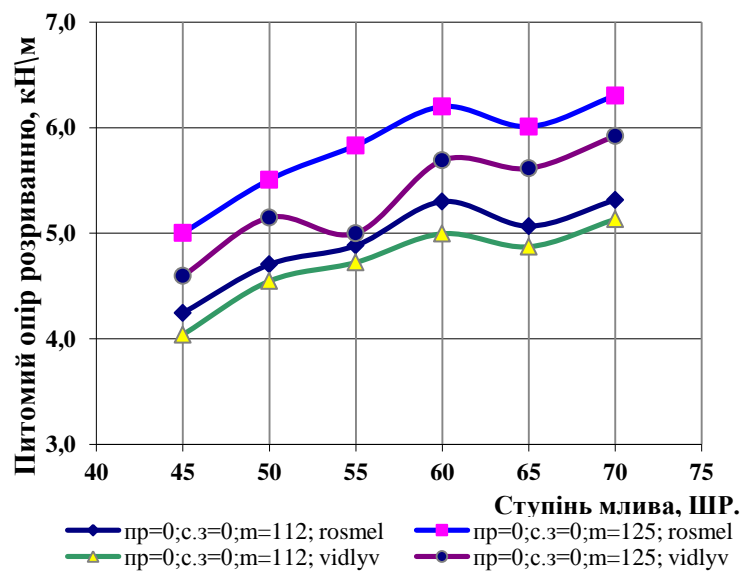
На рис. 1.1 наведено графіки залежностей показників опору плоскостному стисненню, абсолютного опору продавлюванню, питомого опору розриву та опору торцевому стисненню зразків паперу від ступеня млива маси [28-30].



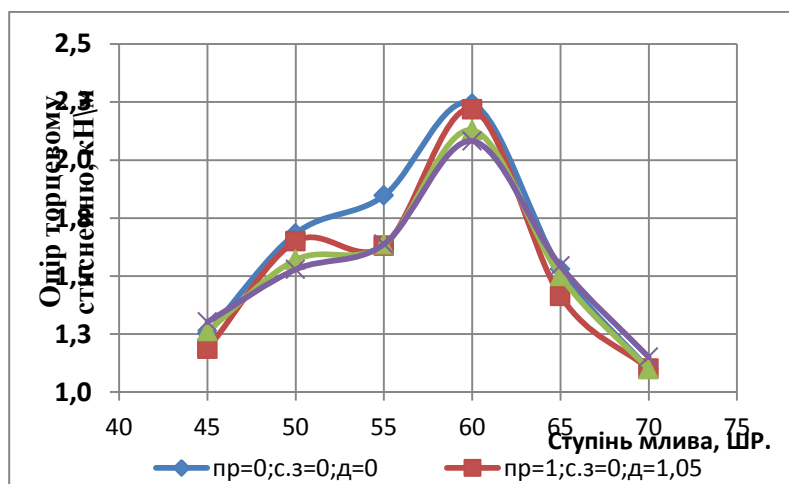
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.1 Графіки залежності фізико-механічних показників відливків від ступеня млива маси: а) опору плоскостному стисненню; б) абсолютного опору продавлюванню; в) питомого опору розриву; г) опору торцевому стисненню.

Висновки

1. Дослідженнями, проведеними в лабораторних умовах, підтверджено, що процес розмелювання в технологічній лінії приготування макулатурної маси дає основний приріст розроблення волокна за ступенем млива, який залежить від марки макулатури та максимально позитивно впливає на основні фізико-механічні показники паперового полотна.

2. Використання математичних залежностей та комп'ютерних технологій дало можливість установити, що оптимальний ступінь млива для макулатури марки МС-5Б за всіма досліджуваними показниками якості знаходиться в межах **55-60 °ШР** [28-30].

3. Якщо брати до уваги, що закономірності, на яких базуються процеси розмелювання макулатурної маси, є спільними для продукції, що виготовляється із макулатурної сировини, то такі закономірності можна перенести і на підготовку макулатурної маси для виготовлення туалетного паперу з оптимальною масою 25-30 г. Таким чином, оптимальним для виготовлення туалетного паперу із макулатури можна вважати градус млива – **55-60 °ШР**.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вимоги до сировини та готової продукції

Макулатура паперова і картонна

Технічні умови ДСТУ 3500

В процесі виробництва туалетного паперу використовується макулатура паперова і картонна (ДСТУ 3500) [8].

Цей стандарт поширюється на макулатуру паперову і картонну (далі-макулатура), яка використовується як вторинна сировина для виготовлення паперу, картону та інших виробів.

Стандарт не поширюється на макулатуру несортовану та непаковану.

В залежності від складу макулатура поділяється на чотири групи [8]:

- А – макулатура з високими паперотворними властивостями;
- Б – макулатура з середніми паперотворними властивостями;
- В – макулатура з низькими паперотворними властивостями;
- Г – макулатура, яка важко розпускається.

3.2 Макулатура кожної групи залежно від складу, джерел надходження, кольору і здатності до розпуску поділяється на марки згідно з табл. 2.1 [8].

Таблиця 2.1

Група	Марка	Склад
А	МС-1А-1	Відходи перероблення білого непігментованого паперу із 100 % біленої целюлози без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський, санітарно-гігієнічного призначення та інші види білого паперу без гільз.
	МС-1А-2	Відходи перероблення білого паперу із 100 % біленої целюлози, в тому числі пігментованого, без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський та інші види білого паперу без гільз.
	МС-2А-1	Відходи перероблення білого паперу різного за складом, з лініюванням або без нього (крім газетного) без пігментованого покриття, без покриття і просочення синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо та без ламінування.
	МС-2А-2	Відходи перероблення білого паперу (крім газетного) з лініюванням, кольоровою смужкою (площа друку не більше 20 % площі поверхні), у тому числі з пігментованим покриттям, але без покриття і просочення та без ламінування.

Продовження таблиці 2.1

Група	Марка	Склад
	МС-3А	Відходи виробництва, перероблення та споживання продукції із небіленої целюлози: паперу: для гофрування (флютинг); пакувального; шпагатного; патронного; мішкового; основи абразивного; основи для клейової стрічки; картону: для плоских шарів гофрованого картону (крафт-лайн) та інших видів; перфокарт; паперового шпагату та інших видів. Відходи виробництва мішків паперових невологомічних (без бітумного просочування, прошарку і армованих шарів)
	МС-4А	Використані мішки паперові невологомічні (без бітумного просочування, прошарку і армованих шарів)
Б	МС-5Б-1	Відходи виробництва, перероблення та споживання гофрованого картону та гофротара із небіленої целюлози
	МС-5Б-2	Відходи виробництва та перероблення гофрованого картону різного сировинного складу та гофротара, яка не була у використанні
	МС-5Б-3	Гофрокартон та гофротара всіх видів з друком та без нього після використання
	МС-6Б-1	Відходи перероблення картону із біленої целюлози без друку
	МС-6Б-2	Відходи перероблення картону із біленої целюлози з чорно-білим та кольоровим друком
	МС-6Б-3	Відходи перероблення та споживання картону всіх видів (крім електроізоляційного, покрівельного та взуттєвого), у тому числі з чорно-білим та кольоровим друком
	МС-7Б-1	Відходи виробництва поліграфічної галузі: обрізки, книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги та інші види продукції без опрацювання; нереалізовані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперових білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного опрацювання, палітурок, обкладинок та корінців
	МС-7Б-2	Використані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперово-білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного опрацювання, палітурок, твердих обкладинок та корінців
В	МС-8В-1	Відходи перероблення газетного паперу без друку
	МС-8В-2	Відходи газетного паперу з друком та нереалізовані тиражі газет

Закінчення таблиці 2.1

Група	Марка	Склад
	МС-8В-3	Газети, що були у використанні
	МС-9В	Паперові та картонні гільзи, шпулі, втулки (без стрижнів і корків, без покриття і просочення)
	МС-11В	Відходи перероблення та споживання картону і паперу різноманітних видів та кольорів, окрім чорного та коричневого: санітарно-гігієнічного призначення, обкладинкового, світлочутливого, в тому числі задрукованого на апаратах розмножувальної техніки або принтерах, афішного, шпалерного (без покриття), пачкового, шпульного, фільтрувального тощо
Г	МС-12Г	Відходи виробництва, перероблення та споживання паперу, картону та гофрокартону з просоченням і покриттям, в тому числі вологоміцні, ламіновані, проклеєні спеціальними клеями; паперові мішки, виготовлені з паперу зазначених видів; електроізоляційний папір та картон, шпалери, книги, журнали, надруковані на лакованому папері
	МС-13Г	Відходи виробництва, перероблення та споживання паперу та картону чорного і коричневого кольорів, папір копіювальний, для обчислювальної техніки, папір пігментований і ґрунтований, покрівельний картон тощо
	МС-14Г	Відходи банкотного паперу і банкнот, зношені банкноти

Крохмаль модифікований

Технічні умови ТУ У 24885977.001 : 2001

В процесі виробництва туалетного паперу використовується крохмаль модифікований [8].

Технічні умови поширюються на крохмаль модифікований, призначений для використання у виробництві картону та паперу[8].

Крохмаль модифікований повинен вироблятися марок:

КМС - призначена для міжшарового, поверхневого та внутримасного проклеювання під час виробництва картону та паперу;

КММ - призначена для виготовлення пігментувальних паст під час виробництва картону та паперу.

Показники якості крохмалю модифікованого повинні відповідати вимогам, наведеним у табл.2.2 [8].

Таблиця 2.2

Назва показника	Норма для марки		Метод випробування
	КМС	КММ	
1. Масова частка фосфору, %	0,4 - 2,0	0,5 - 3,0	5.5 цих технічних умов
2. Масова частка карбаміду, %	2,0 - 5,0	4,0 - 10,0	5.4 цих технічних умов
3. Масова частка вологи, % не більше	13,0	13,0	Згідно з ГОСТ 7698
4. рН водного розчину	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0	Згідно з ГОСТ 12523 та 5.6 цих технічних умов
5. Умовна в'язкість, с: за масової частки зависі, %			Згідно з ГОСТ 8420
5	20-30	-	
15	-	14-18	
2	-	22-28	

Алюмінію сульфат технічний очищений

ГОСТ 12966

В процесі виробництва туалетного паперу використовується алюмінію сульфат технічний очищений [8].

Показники якості алюмінію сульфат технічний очищений повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 2.3 [8].

Таблиця 2.3 – Вимоги до сульфату алюмінію

Наименование показателя	Норма для марок.		
	А	Б	
	высшая категория качества	1-й сорт	2-й сорт
		I категория качества	I категория качества
	ОКП 2141140210	ОКП 2141140223	ОКП 2141140223
1. Внешний вид	Неслеживающиеся пластинки, брикетки, куски неопределенной формы и разного размера массой не более 10 кг ,белого цвета. Допускаются бледные оттенки серого, голубого и розового цвета		
2. Массовая доля оксида алюминия, %, не менее.	17	16	15

Закінчення таблиці 2.3

3. Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,2	0,3	0,7
4. Массовая доля железа в пересчете на оксид железа (3), %, не более	0,02	0,02	0,3
5. Массовая доля свободной серной кислоты (H ₂ SO ₄), %, не более	выдерживает испытание		0,1
6. Массовая доля мышьяка в пересчете на оксид мышьяка(3), %, не более	0,001	0,001	0,003

Гідрооксихлорид алюмінію «ПОЛВАК 40/68/80»

ТУ У 19155069.001

В процесі виробництва туалетного паперу використовується гідрооксихлорид алюмінію «ПОЛВАК 40/68/80»[8].

Показники якості гідрооксихлорид алюмінію «ПОЛВАК 40/68/80» повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 2.4 [8].

Таблиця 2.4 – Характеристика розчинів гідроксихлоридів алюмінію різного ступеня основності

Найменування показника	Норма		
	Полвак-40	Полвак-68	Полвак-80
Зовнішній вигляд	зеленувато-жовта рідина, допускається наявність інших відтінків і каламуть		
Масова частка основної речовини в перерахуванні на Al ₂ O ₃ , %, не менше	15	10	10
Відносна основність, %	35 – 45	65 – 72	74 – 80
Щільність при 20 °С, г/см ³	1,23 – 1,40		
Масова частка нерозчинного у воді залишку, %, не більше	0,3		
Масова частка хлоридів, %	5 – 20		

Флокулянт “FENNOPOLA 305”

В процесі виробництва туалетного паперу флокулянт “FENNOPOLA 305” [8].

Показники якості флокулянту “FENNOPOLA 305” повинні відповідати вимогам, наведеним нижче за текстом [8].

Зовнішній вигляд	білий гігроскопічний порошок
Запах	відсутній
В'язкість (25°C, 0,5%), м пас	25 – 45
Щільність, г/см ²	0,6 – 0,9
pH	3,5 – 7,0

Мікробіоцидний засіб

Fennocide BZ26 - захисний засіб широкого спектру дії, особливо ефективний проти бактерій і грибків. Fennocide BZ26 може застосовуватися як захисний засіб для рідких мас наповнювачів і пігментів, а також покриваючих барвників, що містять крохмаль і кальцій

Суміш наступних активних речовин :

2.2-дибром-3-нитрилпропионамид

2-бром-2-нітропропан-1.3-диол

5-хлоро-2-метил-4-ізотіазолін-3-он

2-метил-4-ізотіазолін-3-он

Прозора жовтувата рідина.

Щільність 1,27 - 1,31 кг/м³

pH (розчин 5%) 4,6 - 4,9

В'язкість 150 мПас

Водорозчинність повна

Сумістні матеріали, обладнання та зберігання продукту

В концентрованій формі Fennocide BZ26 викликає корозію більшості металів. Рекомендовані матеріали для дозуючого обладнання, ємностей зберігання, трубопроводів – поліетилен високого тиску та тефлон.

Папір туалетний з макулатури

ДСТУ 4266:2003

Технічні умови

1. Папір туалетний з макулатури для виробів санітарно-гігієнічного призначення повинен відповідати вимогам ДСТУ 4266 :2003 та виготовлятися за технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку

Папір для господарських рушників з макулатури повинен виготовлятися згідно ТУ У 05509659-006-2000 .

2. В залежності від призначення та показників якості папір туалетний з макулатури повинен виготовлятися:

згідно ДСТУ 4266 одно - та двошаровий- марок ТМ-23, ТМ-27, ТМ-32, де в позначенні марки цифра відповідає масі паперу площею 1 м²

3. Показники якості паперу повинні відповідати нормам, які вказані в таблицях 2.3.

Таблиця 2.3 Показники якості паперу туалетного

Найменування показника	Норма для паперу марки згідно ДСТУ 4266:2003			Метод випробування
	ТМ-32	ТМ-27	ТМ-23	
1	2	3	4	5
1.Маса паперу площею 1м ² ,г	23,0 ⁺ _{-2,0} ^{2,0}	27,0 ⁺ _{-2,0} ^{2,0}	32,0 ⁺ _{-3,0} ^{5,0}	ДСТУ 2297-93
2.Ступінь крепування %, не менше	10,0	10,0	10,0	ДСТУ 2334-94, п.5.6
3.Руйнівне зусилля, Н, не менше - машинному напрямку -в поперечному напрямку	1,7 1,0	2,4 1,4	3.0 1,7	ДСТУ 2334-94 п.5.8
4.Капілярне всмоктування в середньому з двох напрямків, мм, не менше	30	30	22	ГОСТ 12602-93
5. Масова частка золи, %, не більше	4,0	4,0	4,0	ГОСТ 7629-93
6.Вологість, %	6,0±2,0	6,0±2,0	6,0±2,0	ГОСТ 13525.19-91

2.2 Технологічна схема виробництва туалетного паперу з макулатури

Технологічна схема виробництва туалетного паперу наведено на рис. 2.1.

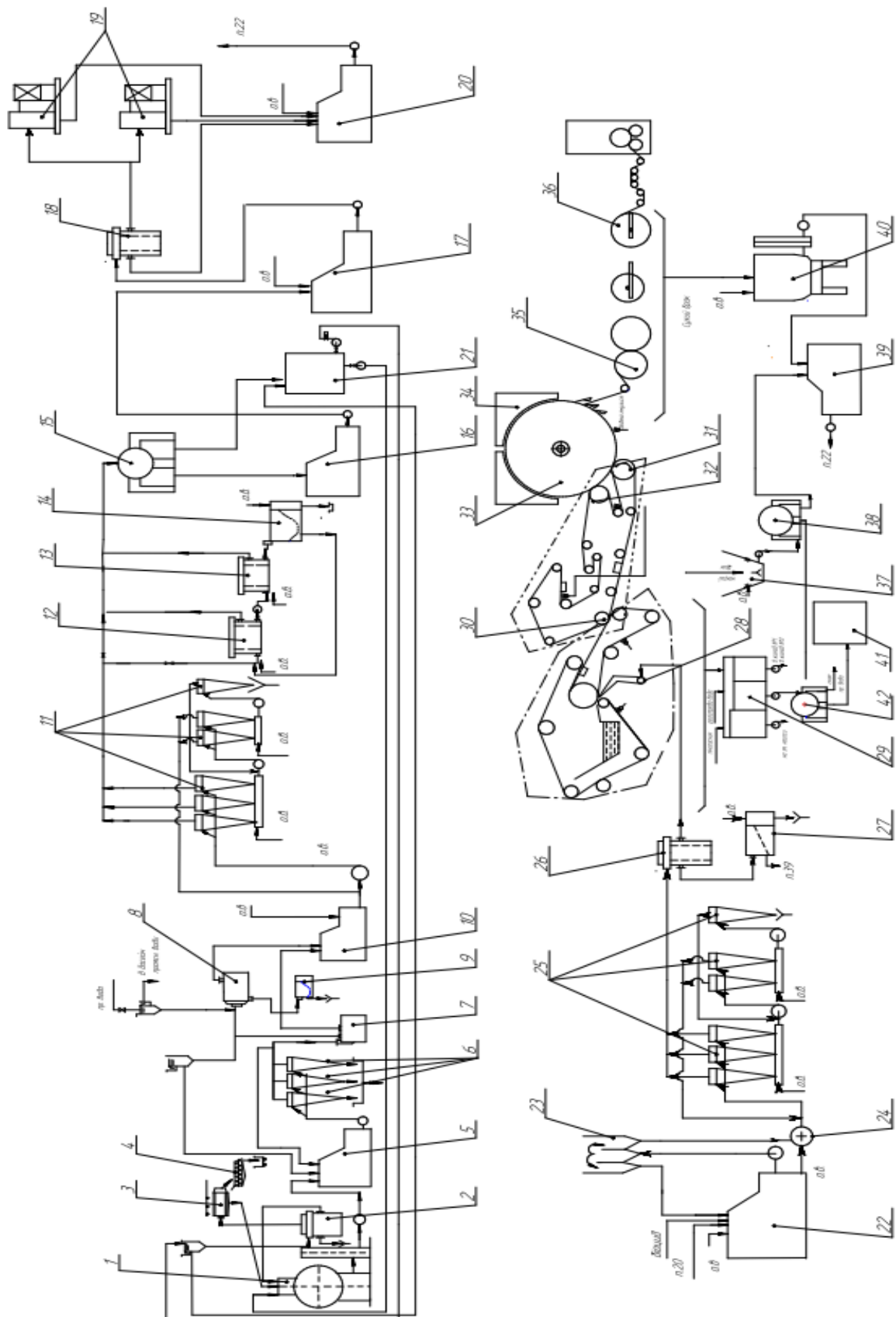


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва туалетного паперу

2.3 Опис технологічної схеми виробництва

2.3.1 Підготовка макулатурної маси

Технологічний процес підготовки макулатурної маси складається з наступних етапів: розпускання, очищення від грубих та дрібних механічних включень, згущення, акумулювання та розмелювання.

Кіпи макулатури транспортером подаються в гідророзбивач високої концентрації типу НДС 18 (1), для розпуску макулатури використовується вода повторного використання із басейну надлишкових вод, яка подається насосом. Концентрація маси становить 13-16 %, ступінь млива - 28° ШР. Гідророзбивач також оснащений джгутовловлювачем і колоною відходів. Джгутовловлювач призначений для видалення мотузок, дроту, пластикової плівки без їх подрібнення.

Для безперервного очищення НДС частина маси з гідророзбивача поступає до камери періодичного сепаратора забруднень PSN-30 (2), яка має патрубок для входу маси з гідророзбивача, та патрубок для випускання сепарованих забруднень. Функціональні органи PSN складаються з сортувальної сітки типу PAPSCREEN з діаметром отворів 8 мм. Періодичний сепаратор використовують для очищення макулатури від небажаних домішок, таких як: фольга, гума, ганчір'я, шматочки пластику, дрібні металеві та мінеральні забруднення та ін. Під час цієї операції забруднена маса разом з залишками нерозволокненої макулатури поступає з гідророзбивача до періодичного сепаратора. Маса інтенсивно розволокнюється, потім розпущена маса рухається через сортувальну сітку до камери виходу. Забруднення залишаються в робочій камері. Маса в робочій камері розбавляється. Відходи, які відмиті від волокна освітленою водою поступають до барабану OBN-1 (3), який використовується для згущення та зневоднення відходів сортування.

Далі на апараті OLV-600 (4), який є зневоднюючим пресом, проводиться остаточне зневоднення відходів сортування. Відпресовані відходи поступають на конвеєрну стрічку, а звідти в бункер відвалу.

З гідророзбивача маса поступає до басейну (5) об'ємом 180 м^3 с циркуляційним пристроєм, далі маса з масовою часткою волокна 3,5% подається насосом на три очисники маси OM-02M (6).

Після OM-02 маса під тиском подається на дорозпускання та сортування у напорну сортувалку – доволокнувач VDT-40 (7), функціональним органом якої є сортувальне сито, яке має отвори діаметром 1,8 мм. Маса інтенсивно доволокнується, частинки, які менші отворів сортувального сита, відокремлюються і під тиском попадають до патрубку виходу якісної маси.

Забруднення разом з нерозволокненими частинами і залишком волокон під тиском поступають до вихрового сепаратора відходів VSV-30(8), в якому проходить остаточне розволокнення залишків матеріалу та відокремлення волокон від домішок, які уловлюються в робочій камері. Зневоднення відходів сортування здійснюється за допомогою вібраційної плоскої сортувалки VSV-30 (9), розташованої нижче машини.

Далі очищення та тонке сортування макулатурної маси за низької концентрації виконується апаратами фірми “METSO PAPER”.

Із басейну (10), який обладнаний мішалкою та насосом, маса після розбавлення до масової частки волокна 1,5%, поступає на очищення на 1-ий ступінь клінера фірми “METSO”. Розбавлення маси здійснюється водою, яка подається на всмоктувальний бік насоса.

Після очищення на клінері 1-го ступеня (11) більші включення відділяються в відходи, а основна маса подається на тонке сортування.

Кількість витрат через клінер 1-го ступеня завжди підтримується постійною за допомогою контура управління тиском. Таким чином, клінерне обладнання завжди працює оптимально незалежно від різних рівнів продуктивності папероробної машини.

Відходи клінера 1-го ступеня поступають на клінер 2-го ступеня.

Наступні ступені з'єднані каскадно, придатна маса поточного ступеня подається до попереднього ступеня, а відходи на наступний ступінь. Клінер 3-го ступеня також містить обладнання для уловлювання волокон. Відходи від уловлювання волокон виводяться з процесу.

Клінери 2-го та 3-го ступеня також працюють за постійного тиску, а контроль витрат здійснюється за допомогою ручних засувки.

Воду для розведення на всі ступені очищення беруть з баку обігової води РПВ (21).

Система тонкого сортування фірми “METSO” включає три сортувалки:

OptiScreen ProFS- 370LC -первинна сортувалка;

OptiScreen ProFS- 90LC - вторинна сортувалка;

OptiScreen ProFS- 40LC - третинна сортувалка.

Цифра перед “LC” означає загальну площу ситового циліндра.

В процесі тонкого сортування здійснюється видалення з потоку маси дрібних включень. Очищена маса після центриклінерного очищення подається на первинну сортувалку (12). Придатна маса первинної сортувалки поступає на згущення. Відходи первинної сортувалки розбавляють та подають насосом на вторинну сортувалку (13). Відсортована маса вторинної сортувалки поступає на згущення, а відходи розводять і подають на третинну сортувалку (14).

Потік відсортованої маси третинної сортувалки має каскадне з'єднання; він направляється на вторинну сортувалку, а відходи виводяться з процесу.

Воду на розведення маси сортувалок беруть з баку обігової води (21).

Очищена маса поступає до згущувачів СШ-25 (15), де згущується до масової долі волокна 4,0-6,0% та збирається в басейн згущеної маси (16) ємністю 180 м³.

Вода від згущувача збирається в бак обігової води (21), з якого використовується для розбавлення маси та розпускання макулатури в НДС-18.

Маса із басейну згущеної маси подається в буферний басейн (17) об'ємом 600 м³, де розводиться обіговою водою.

З буферного басейну маса подається до фракціонатора типа УСМ (18), в якому відбувається розділення волокон на різні фракції.

Дрібне волокно поступає до басейну розмеленої маси (20), а довге волокно подається на дискові млини МДС24 (19), які підключені паралельно.

Розмелена маса подається в басейн розмеленої макулатурної маси (20), з якого насосом подається до машинного басейну (22). Біоцид (Fennocide BZ26)-товарний продукт,насосом автоматичної дозуючої установки подається до машинного басейну , кількістю 110 г на тону для боротьби з біологічною

забрудненостю макулатурної маси.

2.3.2 Підготовка маси перед ПРМ

Маса через регулятор концентрації поступає в бак постійного рівня з концентрацією 3,5 % (23), в який також подається розчин барвника, після чого через витратомір та дозуючу засувку маса подається на вхід змішувального насоса (24) 1-го ступеня розведення, де розбавляється реєстровою водою до масової частки волокна 0,7%. До басейну з реєстровою водою також подається піногасник.

Розведена маса насосом подається на очищення в установку вихрових конічних очисників УВК-700 (25) 1-го ступеня. Очищена маса з I-го ступеня очищення подається на всмоктувальний патрубок змішувального насоса II-го ступеня розведення, де розводиться реєстровою водою до масової частки волокна 0,40%.

Відходи I-го ступеня УВК-700 з колектора відходів, розбавлені реєстровою водою до масової частки волокна 0,9-1,0%, подаються насосом на II-ий ступінь очищення. Очищена маса подається на вхід змішувального насоса I-го ступеня очищення, а відходи з колектора відходів, розведені реєстровою водою, подаються насосом на III - ій ступінь очищення.

Очищена маса від III-го ступеня очищення подається на вхід насоса II-го ступеня очищення, а відходи, промиті водою від волокна в промивній камері, скидаються в каналізацію.

Розведена маса з концентрацією 0,5% насосом подається через вузловловлювач (26) в колектор напірного ящика (28) папероробної машини.

Відходи від вузловловлювача подаються на вібросортувалку (27). Легкі відходи від сортувалки подаються в збірник сухого браку під накатом (п.35).

2.3.3 Відливання паперового полотна

Напірний ящик (28) папероробної машини (ПРМ-2) з сопловим (щілинним) пристроєм, дозволяє отримати потік маси з рівномірним розподіленням волокна за шириною сіткової частини, ширина ящика 4390 мм. Напускний пристрій

складається з двох пластин, які називаються «губами». Для досягнення рівномірного розподілення маси вздовж усієї ширини ПРМ, напускний пристрій обладнаний розподільним пристроєм, який забезпечує гідравлічну стабілізацію потоку.

Для регулювання та вимірювання прозору для випускання (товщини струменя), за допомогою пневмодвигуна переміщається пересувна плита, на яку насаджена нижня «губа».

Ширина прозору може змінюватися від 5 мм до 30 мм. Потік волокнистої суспензії на виході з напускного щілинного пристрою рухається в напрямку до сітки під кутом так, щоб 50% від маси потрапило в прозір між верхньою та нижньою сіткою і далі за рахунок відцентрового зусилля - на верхню сітку, а 50% - на формувальний вал. За рахунок відцентрового зусилля відбувається формування та зневоднення паперового полотна. Швидкісний напір маси сприяє швидкому зневодненню та утворенню волокнистого шару (паперового полотна).

Сіткова частина консольного типу двосіткова, (Дуоформер Т).

Прозор між грудним та формувальним валами регулюється від 5 мм до 40 мм за шкалою, в залежності від маси 1 м² паперу.

Видалена з сіткової частини вода надходить через корита в збірник реєстрової води (29).

Всі сіткотягові та формувальні вали зроблені гладкими.

Розташування та швидкість верхньої сітки забезпечуються п'ятьма валами:

- грудний вал;
- сіткоповертальний вал;
- сіткотяговий вал з пристроєм натягу верхньої сітки;
- сіткотяговий вал з пристроєм регулювання положення верхньої сітки з маятниковим щупом;

- підвішений сіткотяговий вал

Розташування та швидкість нижньої сітки забезпечуються чотирма валами:

- формуючий вал;
- вертикальний сіткотяговий вал;
- сіткотяговий вал з пристроєм натягу нижньої сітки;

- сіткотяговий вал з пристроєм регулювання положення нижньої сітки.

Формуючий вал, який жорстко закріплений в станині нижньої сітки, є приводним. Регулятор положення нижньої сітки, встановлено з лицевого боку на кронштейні, який в свою чергу, також розміщений на станині нижньої сітки.

Пристрій натягу нижньої сітки, як і для верхньої сітки, є рычагового типу. Він розміщений на супортах вертикального сіткотягового валика та приводиться в дію за допомогою пневматичного двигуна.

Вертикальний сіткотяговий вал встановлено на супортах над поперечною балкою. Знімання паперового полотна з нижньої сітки здійснюється перед цим валом.

Паперове полотно передається з верхньої на нижню сітку за допомогою розділювального смоктуна, підключеного до вакуумної системи. Вакуум в вакуумній камері розділювального смоктуна дорівнюється 1-5 кПа. Розділювальний смоктун має дві щілини, які розділені планками та забезпечують прилягання полотна до нижньої сітки.

Знімання паперового полотна з нижньої сітки та передавання його у пресову частину виконується за допомогою вала «Пікап»(30). Вал «Пікап», виготовлений з металу, без гумового покриття, має одну робочу камеру. Вакуум в робочій камері дорівнює 20-40 кПа (0,2-:0,4 кгс/см²).

2.3.4 Пресування паперового полотна

Пресова частина машини включає:

- пересмоктувальний вал («Пікап»), діаметр 700 мм;
- відсмоктувальний ящик;
- перший гарячий вал, відсмоктувальний, двокамерний, діаметр 1150 мм;
- другий гарячий вал з глухими отворами;
- сукнотягові вали – 12 шт, діаметр вала - 615 мм;
- сукно голкопробивне, довжина - 54500 мм.

Після вала «Пікап» паперове полотно з сухістю 12 % проходить відсмоктувальний ящик, де сухість полотна підвищується до 20 %, і далі подається на 1-ий гарячий прес (31).

На першому гарячому пресі відбувається подальше зневоднення паперового полотна за рахунок вакуума та притискання до лощильного циліндру. На першому пресі паперове полотно передається з пресового сукна на поверхню лощильного циліндру. Сухість полотна після I гарячого пресу 43%.

Для видалення води з сукна після першого та другого (32) пресів встановлені дві щілинних сукномийки. Вода під тиском 0,2 - 0,4 МПа (2,0– 4,0 кгс/см²) подається насосом на сукномийку .

Промивання сукна здійснюється періодично 2 % розчином каустика з пральним порошком. Для підготовки розчину використовують бак місткістю 1,5м³ з мішальним пристроєм, а подавання розчину у промивний спорск здійснюється за допомогою насоса. Спорскувальне вимивання м'якого розчину водою виконується під високим тиском – 2,0- 4,0 МПа (20- 40 кгс/см²), який досягається за допомогою 40-барних насосів.

2.3.5 Сушіння та крепування паперу

Контактно - конвективне сушіння паперу здійснюється на крепувальному циліндрі виробництва фірми «Фойт» з діаметром 6000 мм (33), довжиною 4800 мм. Товщина стінки циліндру дорівнює 81 мм. Для нагрівання циліндра використовують пару під тиском – 1,2 МПа (12 кгс/см²); $T = 138\text{ }^{\circ}\text{C}$ (з тепловпункту).

Пара з колектора через регульовальний засув подається до лощильного циліндру через парову головку. Отриманий в циліндрі конденсат виводиться за допомогою сифонних трубок у водовіддільник за рахунок перепаду тиску між циліндром та водовіддільником. Пара кипіння від водовіддільника №1 через термокомпресор подається другий раз до лощильного циліндру, а конденсат передавлюється у водовіддільник №2. Пара кипіння від водовіддільника №2 потрапляє до холодильника, а конденсат з холодильника повертається до водовіддільника №2. Для утворення розрідження у циліндрі під час розігрівання та за низького тиску пари використовують вакуумний насос.

Отриманий конденсат з водовіддільника №2 через холодильник відкачується за допомогою конденсатних насосів у збірник конденсату в тепlopункті.

Розігрівання лощильного циліндру після тривалого зупину здійснюється під тиском до 0,3 МПа ($3,0 \text{ кгс/см}^2$), з підніманням температури з швидкістю 2°C/год . Температура поверхні циліндра $100 - 120^\circ\text{C}$.

Для інтенсифікації процесу сушіння паперу через високотемпературний конвективний теплообмін над сушильним циліндром встановлений ковпак швидкісного сушіння (34). Діаметр припливних отворів $6 - 8 \text{ мм}$, швидкість гарячого повітря 112 м/с .

Нагрівання повітря здійснюється у двох топкових установках, які працюють на природному газі, теплотворна здатність якого $33,5 \text{ МДж/год}$.

Для підтримки горіння в топковій камері вентиляторами подається повітря під тиском 0,6 МПа ($6,0 \text{ кгс/см}^2$).

Для забезпечення необхідного повітряного обміну система оснащена двома вентиляторами циркуляційного повітря ($Q = 12000 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Постачання свіжого повітря вентиляторами здійснюється через теплообмінник, яке надалі змішується з частиною циркуляційного повітря та за допомогою вентилятора через топкову камеру подається до ковпака швидкісного сушіння.

Надлишок циркуляційного повітря проходить через калорифер, де підігріває свіже забране повітря, та за допомогою вентиляторів $Q = 25000 \text{ м}^3/\text{год}$ через скруббер скидається в атмосферу. У скруббері проходить очищення гарячого повітря від пилу та охолодження до 30°C . Вода, яка подається на спорски скрубера, скидається в збірник реєстрової води.

Повітря, яке подається до ковпака швидкісного сушіння, має такі параметри:

- температура - 160°C ;
- вміст води - $0,2 \text{ кг/кг}$.

Видалене з системи повітря має наступні параметри:

вміст тепла повітря, видаленого

- з першої половини ковпака - 1350 кДж /кг;
- з другої половини ковпака - 1160 кДж /кг;
- вміст води відповідно - 0,325 та 0,244 кг /кг.

Кут захвату циліндра ковпаком складає 236 °, довжина кола циліндра, яка обдувається 12,43 м.

На циліндрі встановлено три шабери: знімальний, крепувальний, очищувальний. Всі шабери мають систему зворотно-поступального руху від мотор-редуктора.

Перед 1-м гарячим пресом, після очищувального шабера, встановлено осцилюючий спорск для регулювання адгезії на циліндрі. На спорск подається водяна емульсія наступного складу: Водамін – 115- створення “шуби” на циліндрі; Пропінол – Б-400 - видалення “шуби” з циліндра; Масло ПР - мастило для поверхні циліндра. Склад емульсії в бачку регулюється дозувальними насосами в залежності від композиції виробляемого паперу.

Після крепувального циліндра папір поступає на папероведучий вал з діаметром 615 мм, який має привод, і далі на накат (35). Вологість паперу на накаті становить 96%.

Накат машини - периферійного типу з пневматичним притиском намотуваного тамбура до циліндра наката, з системою касетного заправлення тамбурних валів.

Привод машини - багатодвигунний з індивідуальним перетворювачем, з автоматичною підтримкою заданої швидкості машини та швидкостей секцій для всього робочого діапазону від 400м/хв. до 1200 м/хв.

На ПРМ Б-83 встановлено автоматичну систему управління технологічним процесом АСУ ТП “Ліпке 40-12”, за допомогою якої здійснюється контроль і регулювання швидкості машини, вологості і маси 1 м² виробляемого паперу.

2.3.6 Різання паперу

Після наката папероробної машини рулони паперу діаметром 2200 мм та шириною 4250 мм подаються краном на розкат поздовжньорізального

верстата С5-321(36). На дворозкатному верстаті є можливість різати двошаровий папір.

На розкаті рулони паперу розмотуються і папір подається на ножі поздовжнього різання, далі на тримальні вали, де встановлено в затискач картонну гільзу, і притискається прижимним валом. Намотування паперу в рулони за виставленими форматами здійснюється за діаметром не більше 1540 мм.

Обрізання крайок, видалення дефектного паперу в місцях обривів здійснюється на розмотувально - намотувальному верстаті.

Перед виготовленням споживчих рулончиків зважені рулони паперу через апарат для спуску передаються до буферного складу.

2.3.7 Пакування та маркування

Пакування та маркування рулонів паперу здійснюється згідно вимог ГОСТ 1641.

Транспортне маркування здійснюється згідно вимог ГОСТ 14192 з використанням маніпуляційних знаків №№ 1, 3, 8.

У разі сертифікації маркування, яке характеризує продукцію, транспортне маркування та товаросупроводжувальна документація повинні містити знак відповідності згідно з ДСТУ 2296.

2.3.8 Використання відходів

Брак, який утворюється в сушильній частині ПРМ після різання та перемотування паперу, направляється у вертикальний гідророзбивач ГРВ-02 (40), звідки він перекачується через перелив насосом до басейну, туди ж подаються відходи сортування. Отримана волокниста суспензія подається насосом до буферного басейна браку (39). Мокрий брак після пресів подається до гауч-мішалки (37), звідки маса насосом подається на згущувач браку (38).

Після згущувача браку маса подається до басейна згущеного браку (39), який з'єднаний з басейном згущеної маси (п.16),а оборотна вода від згущувача браку через дисковий фільтр(42) направляється до басейну проясненої води (41).

2.3.9 Використання оборотних вод

Регістрова вода, яка збирається під час зневоднення паперової маси на дуоформері, поступає до збірника регістрових вод (29). Вона використовується для розведення маси в змішувальному насосі I та II ступеня розведення, та для розведення відходів I та II ступеня вихрових конічних очисників УВК -700. Піногасник «Антімусол ВН» (товарний продукт)»за допомогою шнекового дозуючого насоса SEEPEX подається до басейну з регістровими водами в кількості 40 г на тону для попередження піноутворення. Надлишок регістрової води переливається до басейну надлишкової води (29), куди також поступає вода з підсіткової ванни (вода від спорсків).

Після збірника води повторного використання, вода насосом подається на розведення браку в цех перероблення паперу в ГРВ - 03 та насосом вода перекачується до басейну обігової води $V = 200\text{м}^3$, звідки поступає на флотаційне очищення системи KWI.

Вода від згущувача збирається в басейні обігової води (21). Зворотна вода використовується для розведення маси перед “Metso”, а також насосом подається на розпускання маси в НДС-18. Надлишок води з басейну зворотної води переливається до каналізації сильно забруднених стоків.

2.3 Розрахунок матеріального балансу

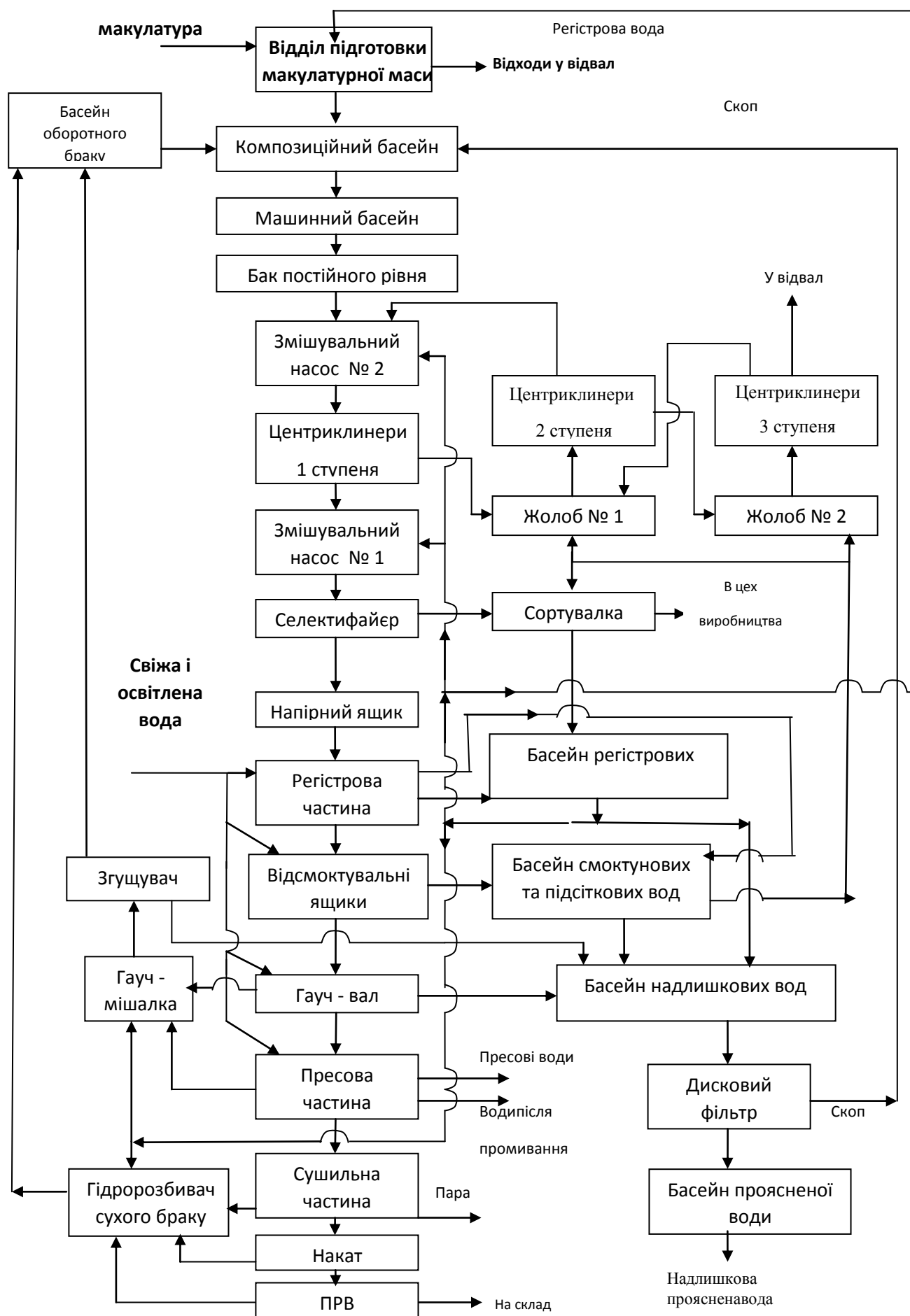
2.3.1 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води та волокна наведено в табл. 2.6.

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
1. Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %			
На накаті	94,0	94,0-96,0	95,0
Після пресів	42,0	38,0-42,0	42,0
Після гауч-валу	20,0	18,0-20,0	20,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0	10,0-12,0	16,0
Після реєстрової частини	2,8	2,5-3,8	3,9
В напірному ящику	0,5	0,5-0,65	0,6
В баку постійного рівня	3,2	3,2-3,5	3,50
В композиційному басейні	3,2	3,2-3,5	3,50
В машинному басейні	3,2	3,2-3,5	3,50
В басейні оборотного браку	3,2	3,2-3,5	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,2-3,5	3,50
Згущувач	3,2	3,2-3,5	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,2	3,2-3,5	3,50
Гауч-мішалка	1,0	0,8-1,0	0,80
Басейн оборотного браку	3,2	3,2-3,5	3,50
Після селективфайера	0,55	0,6-0,7	0,60
Після змішувального насоса №1	0,60	0,60-0,65	0,6020
Після змішувального насоса №2	0,65	0,70-0,75	0,7304
Після центриклинерів 1 ступеня	0,63	0,67-0,71	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,40	0,40-0,43	0,40
2. Концентрація відхідних вод, %			
Регістрова вода	0,18	0,17-0,20	0,1850
Підсіткові води	0,003	0,003-0,004	0,0040
Відсмоктувальних ящиків	0,10	0,10-0,12	0,10
Пресові води	0,10	0,10	0,10
Від промивання сітки	0,005	0,003-0,004	0,0040
Від промивання сукон	0,0012	0,001	0,0010
Прояснених вод після дискового фільтра	0,0015	0,001	0,0010
Від плоскої сортувалки	0,60	0,48-0,62	0,60
Згущувача	0,05	0,03-0,04	0,18

Продовження таблиці 2.6

3.Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу			
Свіжа вода на промивання сіток	10000,0	18500,0	18500,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	6000,0	10200,0	850
Свіжа вода на промивання сукон	5000,0	8750,0	10200
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000,0	3000,0	8750
Надлишкова вода на сортувалку	350,0	900,0	3400
4. Витрата хімікатів, л/т паперу			
5.Кількість браку , % від маси паперу			
В процесі оброблення паперу	2,0	1,5	1,0
На накаті	3,0	2,5	1,0
В процесі сушіння паперу	2,0	2,0	2,0
Мокрий брак	3,0	2,0	1,5
Після гауч-валу	2,0	1,5	1,5
6.Композиція паперу, %			
Макулатура	100,0	100,0	100,0
7.Концентрація відходів сортування, %			
Відходи селектифайера	1,4	1,5	0,80
Центриклинерів 1 ступеня	1,2	1,1	1,20
Центриклинерів 2 ступеня	0,75	0,7	0,70
Центриклинерів 3 ступеня	0,60	0,72	0,67
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0	4,00
Відходи відділу підготовки макулатурної маси			5,00
8.Сухість початкових напівфабрикатів %			
Макулатура	88,0	88,0	88,0
9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)			
Цетриклинери І ступеня	4,5 %	5,0 %	5,00%
Цетриклинери 3 ступеня	1,0 кг	1,5 кг	0,99кг
Селектифайер	1,2 %	1,0 %	1,10%
Відділ підготовки макулатурної маси	6,50	6,50	6,50

2.3.2 Блок-схема виробництва туалетного паперу із макулатури



2.3 Розрахунок матеріального балансу води і волокна

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок–схеми, наведеної вище.

Склад готової продукції На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 95 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно–сухого волокна $1000 \cdot 0,95 = 950$ кг, води $1000 - 950 = 50$ кг.

Повздовжно-різальний верстат (ПРВ) З урахуванням 1% браку, що утворюється під час оброблення паперу ($1000 \cdot 0,01 = 10$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити $1000 + 10 = 1010$ кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

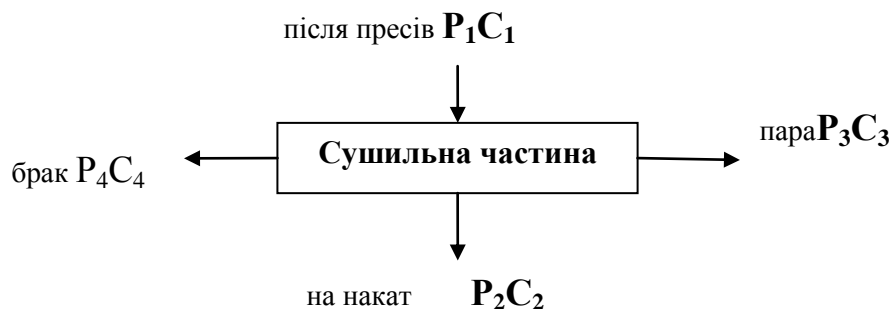
абсолютно–сухого волокна $1010 \cdot 0,95 = 959,60$ кг, води $1010,0 - 959,5 = 50,5$ кг.

Накат З урахуванням 1% браку, що утворюється під час намотування паперу ($1000 \cdot 0,01 = 10$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти $1010 + 10 = 1020$ кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно–сухого волокна $1020 \cdot 0,95 = 969$ кг, води $1020 - 969 = 51$ кг.

Сушильна частина



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2352,38	42,00	988,00	1364,38
Надійшло(всього)	2352,38		988,00	1364,38
На накат	1020	95,0	969,0	51,00
Втрати пару	1312,38	0,00	0,00	1312,38
В г/розб.сух.браку	20,00	95,00	19,00	1,00
Пішло (всього)	2352,38		988,00	1364,38

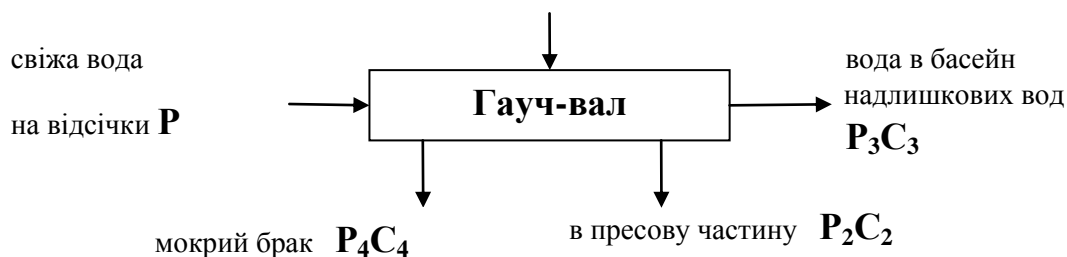
Пресова частина

свіжа вода для промивання сукон P_3C_1 гауч-вала P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	4985,03	20,00	997,01	3988,02
Св.вода на пр.сукон	8750,00	0,00	0,00	8750,00
Надійшло(всього)	13735,03		997,01	12738,02
На сушіння	2352,38	42,00	988,00	1364,38
Пресові води	2617,64	0,1000	2,62	2615,03
Води в/пром.сукон	8750,00	0,0010	0,09	8749,91
В г/зміш.мокр.браку	15,00	42,00	6,30	8,70
Пішло (всього)	13735,03		997,01	12738,02

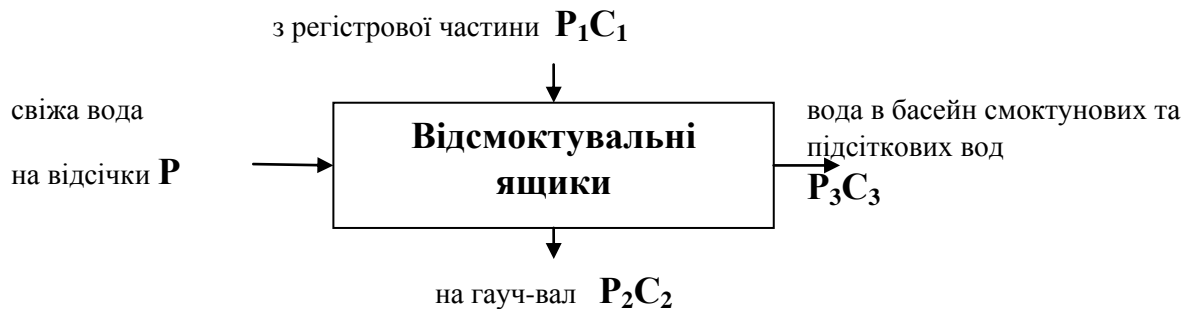
після відсмоктувальних ящиків P_1C_1



Гауч-вал

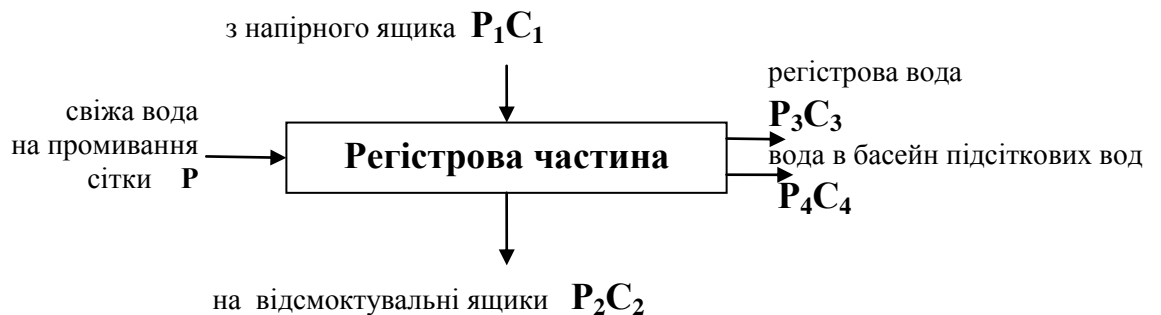
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	6251,19	16,00	1000,19	5251,00
Св.вода на відсічки	3400,00	0,00	0,00	3400,00
Надійшло(всього)	9651,19		1000,19	8651,00
На пресову.частину	4985,03	20,00	997,01	3988,02
Води від гауч-вала	4651,17	0,0040	0,19	4650,98
В г/зміш.мокр.браку	15,00	20,00	3,00	12,00
Пішло (всього)	9651,19		1000,19	8651,00

Відсмоктувальні ящики



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	26424,74	3,90	1030,56	25394,17
Св.вода на відсічки	10200,00	0,00	0,00	10200,00
Надійшло(всього)	36624,74		1030,56	35594,17
На гауч-вал	6251,19	16,00	1000,19	5251,00
В бас.смокт.та підс.вод	30373,54	0,1000	30,37	30343,17
Пішло (всього)	36624,74		1030,56	35594,17

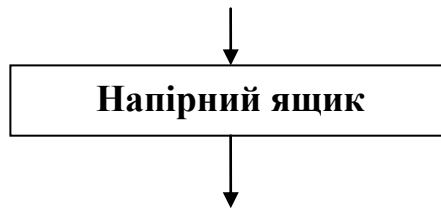
Реєстрова частина



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	236727,46	0,60	1420,36	235307,10
Свіжа вода на пром.сітки	18500,00	0,000	0,00	18500,00
Надійшло(всього)	255227,46		1420,36	253807,10
На відсм.ящики	26424,74	3,90	1030,56	25394,17
Реєстрові води	210302,73	0,1850	389,06	209913,67
В бас.смокт.та підс.вод	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
Пішло (всього)	255227,46		1420,36	253807,10

Напірний ящик

із селективфайєра P_1C_1



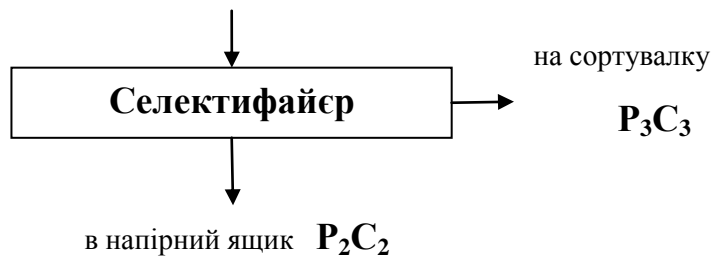
в реєстрову частину P_2C_2

$P_1 = 236727,46$; $C_1 = 0,6 \%$.

$P_2 = 236727,46$ кг; $C_2 = 0,6 \%$.

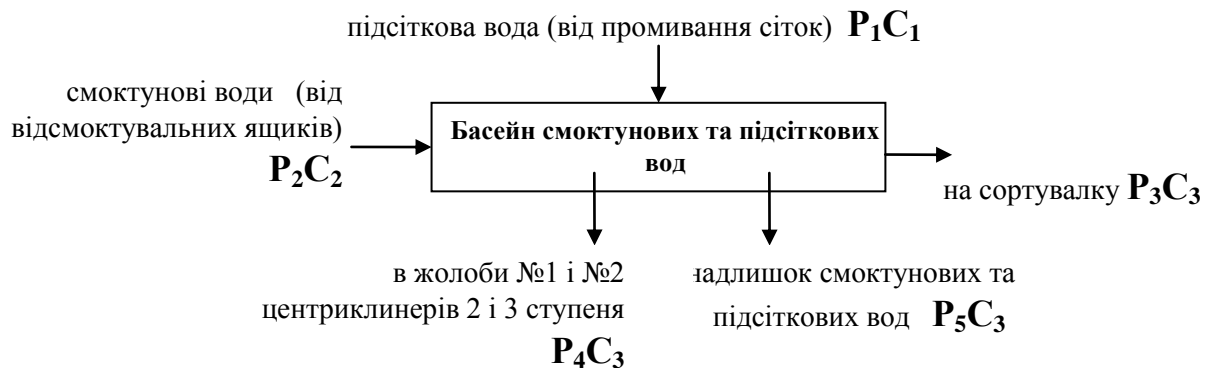
Селективфайєр

із змішувального насоса №1 P_1C_1



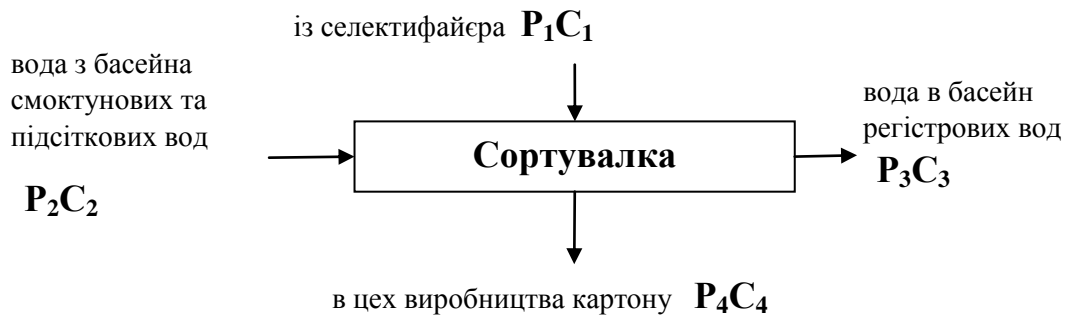
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	239094,50	0,6020	1439,30	237655,20
Надійшло(всього)	239094,50		1439,30	237655,20
На н/ящик	236727,46	0,6000	1420,36	235307,10
На плоску сортувал.	2367,04	0,8000	18,94	2348,10
Пішло (всього)	239094,50		1439,30	237655,20

Басейн смоктунових та підсіткових вод



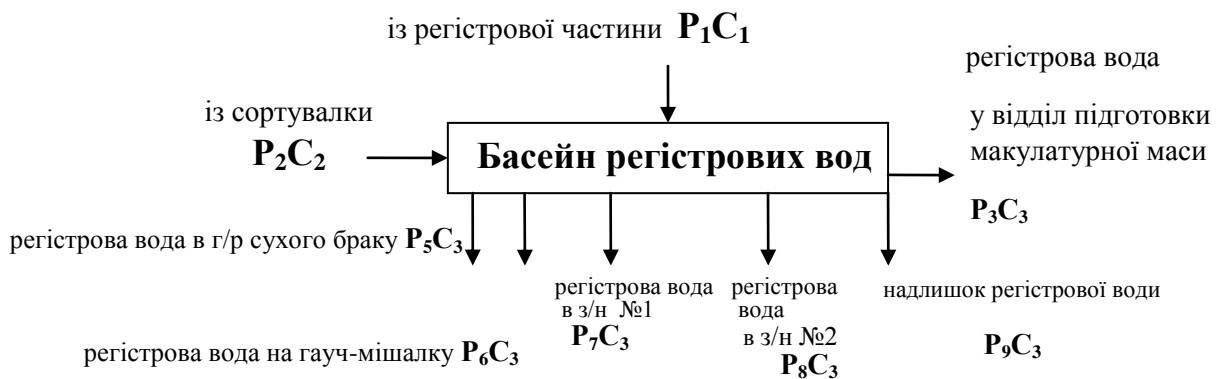
$C_3 = 0,0637 \%$.

Сортувалка



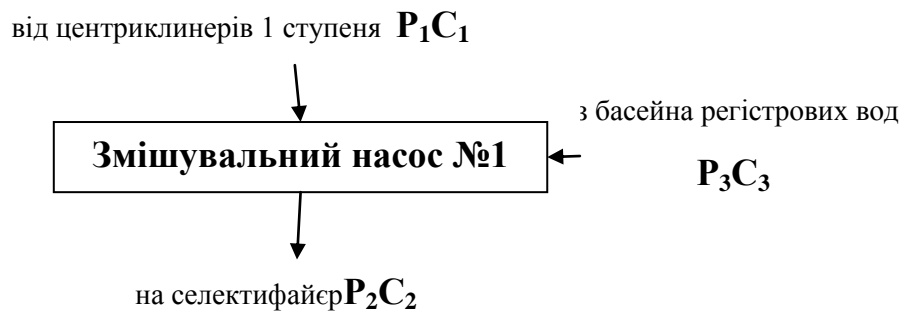
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.смоктунових і підс.вод	850,00	0,0637	0,54	849,46
Після селективфайєра	2367,04	0,8000	18,94	2348,10
Надійшло(всього)	3217,04		19,48	3197,56
В бас.реєстр.вод	3211,88	0,6000	19,27	3192,61
Відходи	5,15	4,0000	0,21	4,95
Пішло (всього)	3217,04		19,48	3197,56

Басейн реєстрових вод



Частка волокна в басейні реєстрових вод = 0,1912%

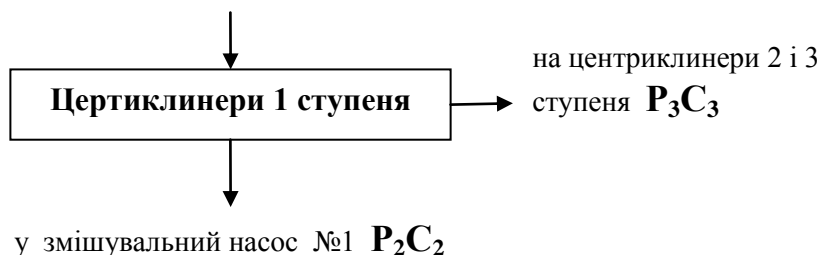
Змішувальний насос №1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	46065,28	0,1912	88,10	45977,18
Після центрик. Іст.	193029,22	0,7000	1351,20	191678,01
Надійшло(всього)	239094,50		1439,30	237655,20
На селективфайер	239094,50	0,6020	1439,30	237655,20
Пішло (всього)	239094,50		1439,30	237655,20

Центриклинери I ступеня

із змішувального насоса №2 P_1C_1



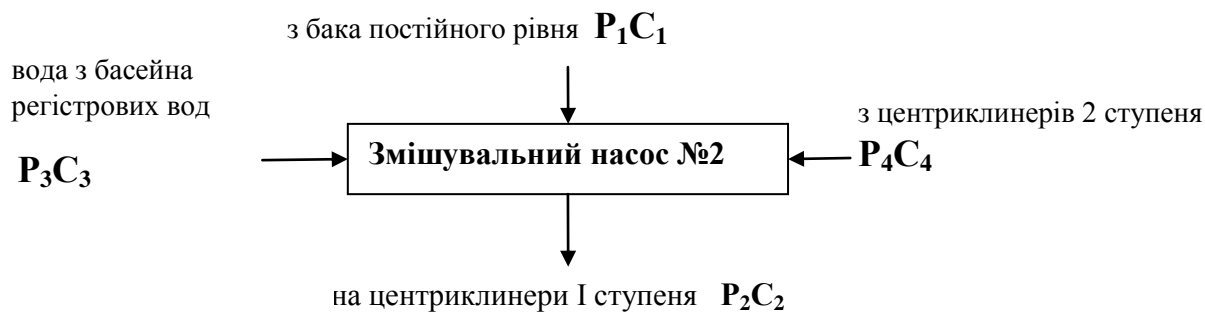
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	205525,15	0,7304	1501,16	204023,99
Надійшло(всього)	205525,15		1501,16	204023,99
На змішув.насос №1	193029,22	0,7000	1351,20	191678,01
На центрик. II і III ст.	12495,93	1,2000	149,95	12345,98
Пішло (всього)	205525,15		1501,16	204023,99

Центриклинери I і II ступеня



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрик. I ст.	12495,93	1,2000	149,95	12345,98
З бас.сосун.і підс.вод	29601,84	0,0637	18,84	29582,99
Надійшло(всього)	42097,77		168,80	41928,97
В змішув.насос №2	41947,77	0,4000	167,79	41779,98
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	42097,77		168,80	41928,97

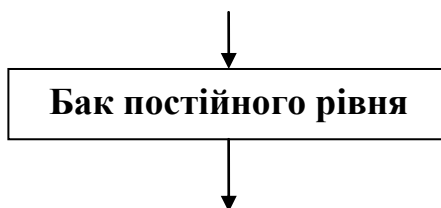
Змішувальний насос № 2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	132733,94	0,1912	253,84	132480,09
Від центриклин. II ст.	41947,77	0,4000	167,79	41779,98
З БПР	30843,44	3,5000	1079,52	29763,92
Надійшло(всього)	205525,15		1501,16	204023,99
На центрикл. I ст.	205525,15	0,7304	1501,16	204023,99
Пішло (всього)	205525,15		1501,16	204023,99

Бак постійного рівня

з машинного басейна P_1C_1

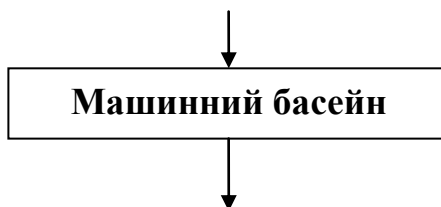


в змішувальний насос №2 P_2C_2

В баці постійного рівня не змінюється концентрація маси, приймаємо:
 $P_1 = 30843,44$ кг; $C_1 = 3,5$ %.

Машинний басейн

з композиційного басейна P_1C_1



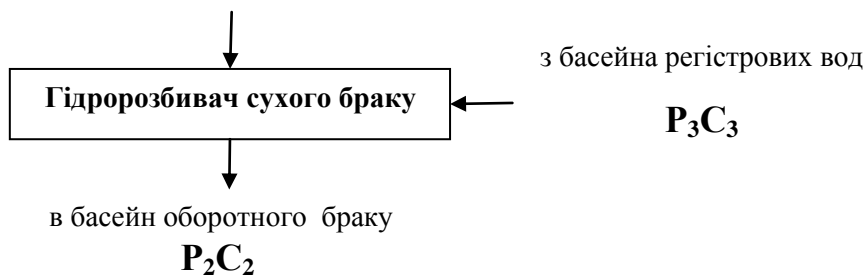
в бак постійного рівня P_2C_2

В машинному басейні не змінюється концентрація маси, приймаємо:
 $P_1 = 30843,44$ кг; $C_1 = 3,5$ %.

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку.

Гідророзбивач сухого браку

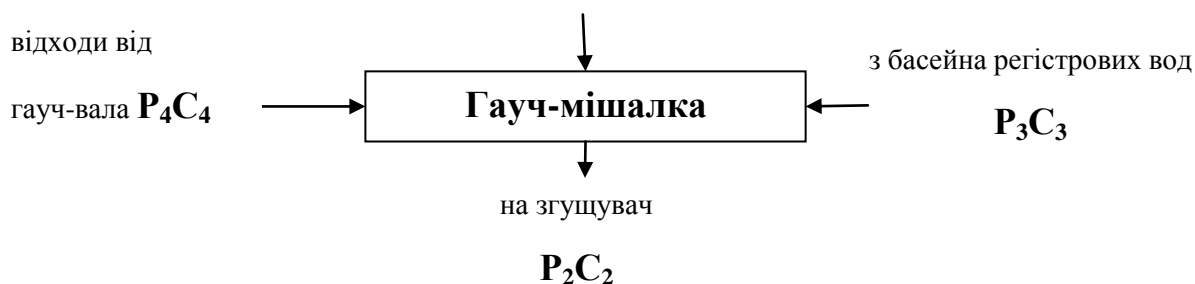
відходи з ПРВ, сушильної частини, накату P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	95,00	9,50	0,50
З накату	10,00	95,00	9,50	0,50
З сушіння	20,00	95,00	19,00	1,00
З бас-ну рег.вод	1106,16	0,1912	2,12	1104,04
Надійшло(всього)	1146,16		40,12	1106,04
В басейн обор.браку	1146,16	3,5000	40,12	1106,04
Пішло (всього)	1146,16		40,12	1106,04

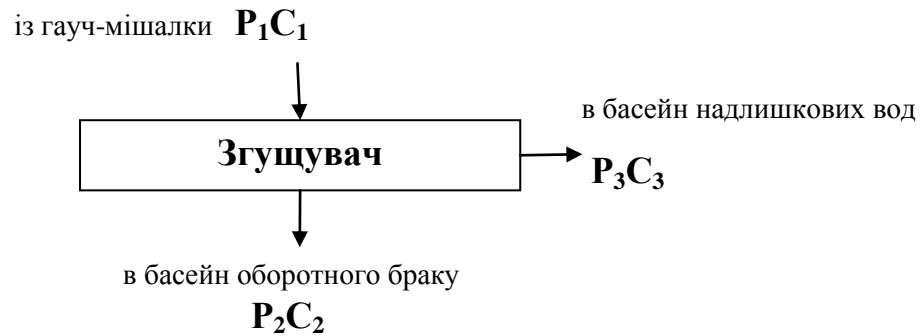
Гауч-мішалка

відходи з пресової частини P_1C_1



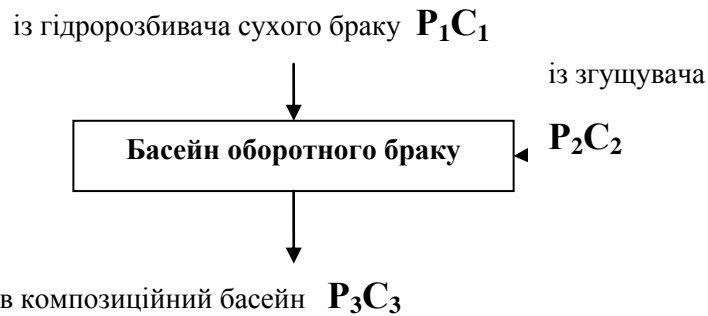
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	15,00	42,00	6,30	8,70
З гауч-вала	15,00	20,00	3,00	12,00
З бас-ну рег.вод	1488,28	0,1912	2,85	1485,43
Надійшло(всього)	1518,28		12,15	1506,13
На згущ.мокрого браку	1518,28	0,8000	12,15	1506,13
Пішло (всього)	1518,28		12,15	1506,13

Згущувач



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1518,28	0,8000	12,15	1506,13
Надійшло(всього)	1518,28		12,15	1506,13
В басейн обор.браку	333,49	3,5000	11,67	321,82
В басейн надл.вод	1184,78	0,0400	0,47	1184,31
Пішло (всього)	1518,28		12,15	1506,13

Басейн оборотного браку



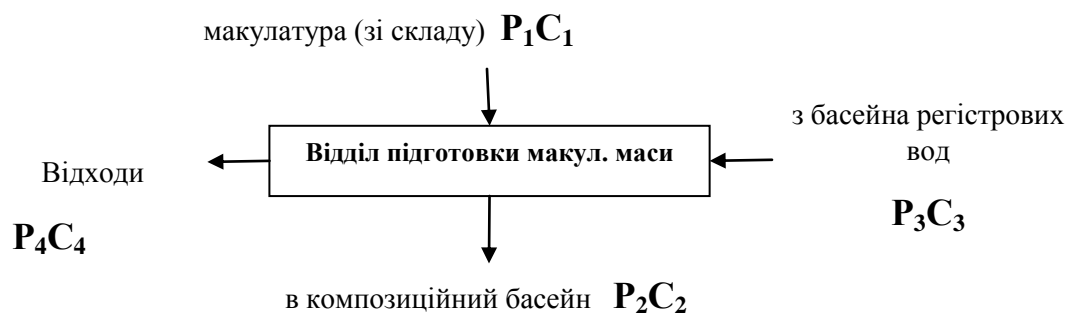
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1146,16	3,50	40,12	1106,04
Зі зміш.мокрого браку	333,49	3,50	11,67	321,82
Надійшло(всього)	1479,65		51,79	1427,86
В композиц.басейн	1479,65	3,50	51,79	1427,86
Пішло (всього)	1479,65		51,79	1427,86

Композиційний басейн



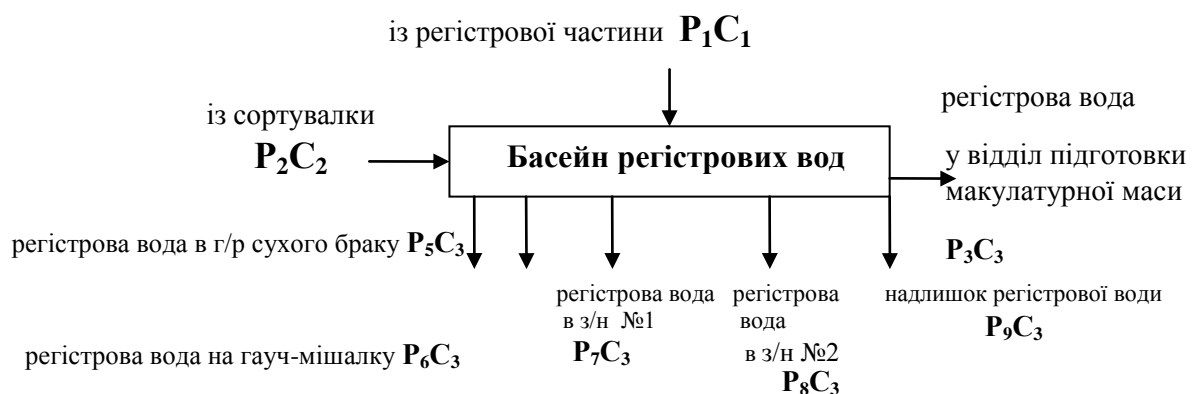
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.макулатури	28847,09	3,5000	1009,65	27837,44
	0,00	3,5000	0,00	0,00
Із басейна обіг.браку	1479,65	3,5000	51,79	1427,86
Скоп з диск.фільтра	516,70	3,5000	18,08	498,62
Надійшло(всього)	30843,45		1079,52	29763,92
В машинний басейн	30843,44	3,5000	1079,52	29763,92
Пішло (всього)	30843,44		1079,52	29763,92

Відділ підготовки макулатурної маси

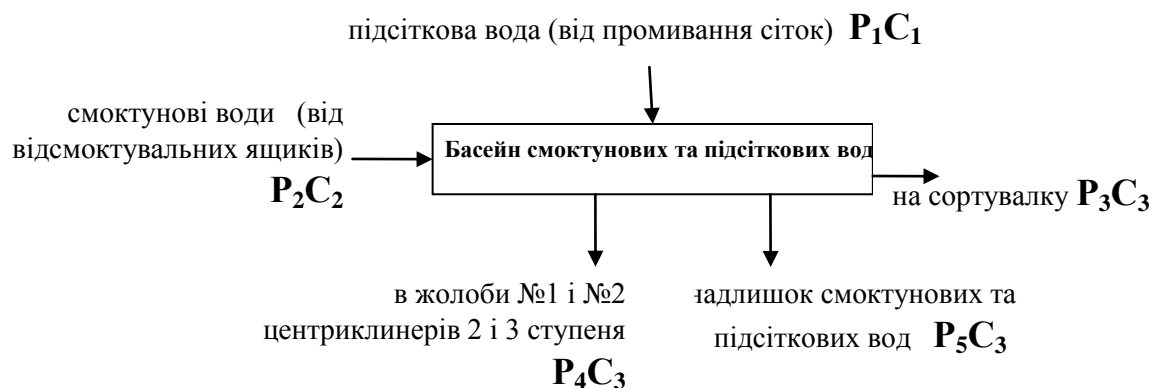


Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1158,88	88,00	1019,81	139,07
Вода з бас.рег.вод	29000,76	0,1912	55,46	28945,29
Надійшло(всього)	30159,64		1075,28	29084,36
Відходи сортув. та очищ.	1312,54	5,00	65,63	1246,92
В композиційний бас.	28847,09	3,50	1009,65	27837,44
Пішло (всього)	30159,64		1075,28	29084,36

Басейн реєстрових вод



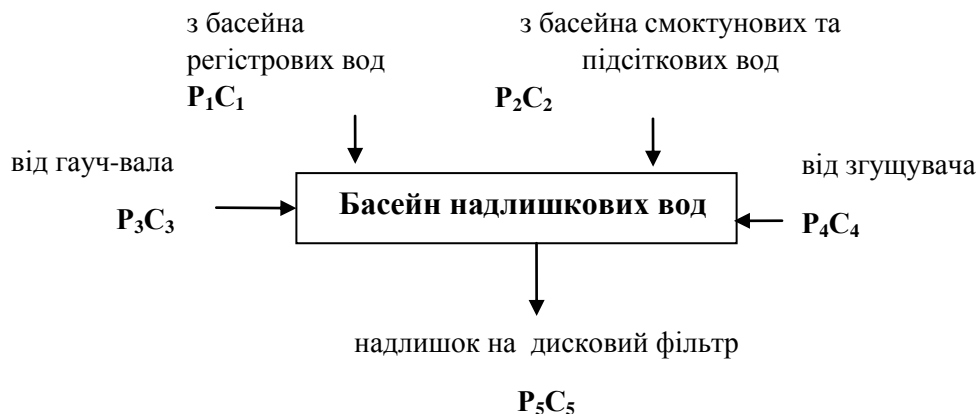
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	210302,73	0,1850	389,06	209913,67
Від плоск.сортув.	3211,88	0,6000	19,27	3192,61
Надійшло(всього)	213514,61		408,33	213106,28
На зм.насос №1	46065,28	0,1912	88,10	45977,18
На зм.насос №2	132733,94	0,1912	253,84	132480,09
У відділ підгот.макул.маси	29000,76	0,1912	55,46	28945,29
На г/розб.сухого браку	1106,16	0,1912	2,12	1104,04
На зміш.мокр.браку	1488,28	0,1912	2,85	1485,43



Басейн смоктунових та підсіткових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від відсмоктув.ящиків	30373,54	0,1000	30,37	30343,17
Від промив.сітки	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
Надійшло(всього)	48873,54		31,11	48842,43
На сортувалку	850,00	0,0637	0,54	849,46
В жолоб №1 і №2	29601,84	0,0637	18,84	29582,99
В басейн надлишк.вод	18421,70	0,0637	11,73	18409,98
Пішло (всього)	48873,54		31,11	48842,43

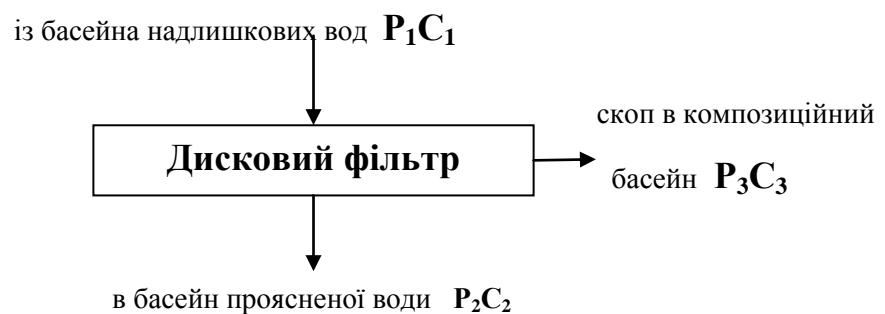
Басейн надлишкових вод



Отже, середньозважена масова частка волокна в басейні надлишкових вод = $17,36 \cdot 100 / 26859,41 = 0,067\%$.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	3120,20	0,1912	5,97	3114,23
З басейну смокт. та підс. вод	18421,70	0,0637	11,73	18409,98
Від гауч-вала	4651,17	0,0040	0,19	4650,98
Від сгуш.мокр.браку	1184,78	0,0400	0,47	1184,31
Надійшло(всього)	27377,86		18,35	27359,50
На дисковий фільтр	27377,86	0,0670	18,35	27359,50

Дисковий фільтр



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	27377,86	0,0670	18,35	27359,50
Надійшло(всього)	27377,86		18,35	27359,50
В композиц.басейн	516,74	3,50	18,09	498,66
В басейн освітл.вод	26861,11	0,0010	0,27	26860,84
Пішло (всього)	27377,86		18,35	27359,50

2.3.3 Результати зведеного балансу води і волокна наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Макулатура	1 042,44	
	0,00	
Всього:	1 042,44	
Готова продукція		960,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		2,70
Промивка сукон		0,09
На очисні споруди		0,24
Відходи сортувалки		1,87
Відходи відділу підгот.маси		76,55
	Всього:	1042,45

Вода, кг	Надходження	Витрата
З макулатурою	142,15	
	0,00	
Свіжа вода на промивання сіток	16500,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	9 200,00	
Свіжа вода на промив. сукна	8 550,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 500,00	
Всього:	37 892,15	
З готовою продукцією		40,00
З парою при сушінні		1281,86
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		2698,62
Промивка сукон		8549,91
На очисні споруди		23673,73
З відходами сортувалки		44,91
З відходами відділу підгот.маси		1454,39
	Всього:	37 892,42

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$1042,45 - 960,0 = 82,45 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (BB) становлять: $BB = 82,45 * 100 / 1042,45 = 9,5 \%$.

2.4 Вибір і розрахунок основного технологічного обладнання

Основним виробничим вузлом при виробництві туалетного паперу з макулатури є папероробна машина. Формувальною частиною машини являється формуючий вал з напуском маси із напірного ящика закритого типу (формування проходить між двома сітками). Марка папероробної машини **БП-83. Виробники фірма «Фойт» (Венгрія) і «Петрозаводскбуммаш» (СРСР).**

Продуктивність ПРМ дорівнює

- обрізна ширина 4200 мм

- максимальна робоча швидкість 850 м/хв.

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \cdot B_n \cdot V \cdot g \cdot 0,97 \cdot 0,95 = 0,06 \cdot 4,200 \cdot 850 \cdot 32 \cdot 0,97 \cdot 0,95 = 6316,33 \text{ кг/год}$$

$$Q_{\text{добу}} = 6316,33 \cdot 22,5 = 142117,42 \text{ кг/добу або } 142,117 \text{ т/добу}$$

$$Q_{\text{рік}} = 142,117 \cdot 345 = 49030,37 \text{ т/рік}$$

Необхідна ширина сітки:

$$B_c = 100 \cdot (B_0 + 2c) / (100 - y + 2 \cdot (a + d + c));$$

$$B_c = 100 \cdot (4200 + 2 \cdot 20) / (100 - 6 + 2 \cdot (30 + 30 + 20)) = 4670,6 \text{ мм}$$

де: B_0 - обрізна ширина полотна на накаті, мм;

y - усадка полотна між сіткою і накатом, %;

a - ширина сітки на валі «ікап», мм;

c - ширина обрізних кромek, мм;

d - ширина механізму для обмежування розливу маси по ширині сітки, мм;

e - ширина вільних кромek сітки, мм.

Використовуємо синтетичну сітку вітчизняного виробництва.

Сіткова частина консольного типу двосіткова, фірми «Фойт» (Дуоформер Т).

Довжина верхньої сітки 24500 мм;

Довжина нижньої сітки 17200 мм;

Величина натягу сітки до 80 Н/см;

Діаметр формувального валу 1500 мм;

Діаметр сукнотягових валів 844 мм;

Діаметр грудного валу 614 мм.

Вал «Пікап», вироблений з металу, без гумового покриття, має одну робочу камеру. Вакуум у робочій камері дорівнює 20:40 кПа (0,2:0,4 кг/см²).

Пресова частина машини складається із:

- вакуум-пересмоктуючого валу діаметром - 700 мм;
- першого гарячого пресу діаметром - 1150 мм, двокамерного;
- другого гарячого (вал з глухими отворами) пресу діаметром - 850 мм;
- сукнотягові вали -12 шт., діаметр вала - 615 мм;
- сукно голкопробивне, довжина - 54500 мм.

Розподіл вакууму в пресовій частині:

- вал «Пікап» 20:40 кПа (0,20:0,40 кг/см²)
- відсмоктувальний ящик 30:40 кПа (0,30:0,40 кг/см²)
- 1-а камера вала 1-го гарячого преса 20:30 кПа (0,20:0,30 кг/см²)
- 2-а камера вала 1-го гарячого преса 30:40 кПа (0,30:0,40 кг/см²)
- щілинні сукномийки 40:50 кПа (0,40:0,50 кг/см²)

Тиск лінійний притискання пресів:

- між першим гарячим валом та лошильним циліндром 700 Н/м (70кг/м)
- між другим гарячим валом та циліндром 900 Н/м (90 кг/м)

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на циліндрі діаметром 6000 мм, на якому установлені три шабери: відсікаючий, крепувальний, очищуючий. Крепувальний і відсікаючий шабери мають зворотно-поступальний рух, на них встановлені забірні системи видалення пилу.

Робочий тиск пари – 4 кг/см².

Максимальний (допустимий) тиск в сушильному циліндрі 0,8 МПа (8 кгс/см²).

Температура поверхні циліндра 130-160⁰С.

Для інтенсифікації процесу сушіння методом високотемпературного конвективного теплообміну над сушильним циліндром установлений ковпак швидкісного сушіння. Діаметр проточних отворів 6-8 мм, швидкість струменів 112 м/сек.

Нижче приведені деякі характеристики ковпаку швидкісного сушіння.

Повітря, що подається в ковпак швидкісного сушіння, має наступні параметри: $t=320^{\circ}\text{C}$, вологовміст 0,2 кг/кг.

Повітря, яке виходить:

- тепловміст повітря, що видаляється із першої половини ковпака – 1350 кДж/кг;

- із другої половини ковпака – 1160 кДж/кг.

Кут захвату циліндра ковпаком складає 236° , обдуваюча довжина циліндру – 12,43 м.

Для забезпечення потрібного повітрообміну ковпак оснащений двома вентиляторами для циркуляційного повітря ($Q=120000\text{ м}^3/\text{час}$, $N=239\text{ кВт}$ при 300°C і $N=514\text{ кВт}$ при 20°C , $p=1440\text{ об/хв.}$) і двома вентиляторами для видалення повітря ($Q=25000\text{ м}^3/\text{час}$, $N=14\text{ кВт}$ при 300°C і $N=31\text{ кВт}$ при 20°C , $p=1395\text{ об/хв.}$).

Нагрів повітря здійснюється в 2-х поточних установках, які працюють на природному газі з теплотворною здатністю 8000 ккал/год (теплотворна здатність кожної топкової установки 4000000 ккал/год, тиск в камерах горілок (максимальний) 6000Па). Температура циркулюючого в топковій установці повітря складає на вході – 280°C , на виході – 360°C .

Привод машини – багатодвигунний з індивідуальними резисторними перетворювачами, з автоматичним підтриманням заданої швидкості секцій на всьому робочому діапазоні від 400 до 1200 м/хв.

Поздовжньо - різальний верстат С5 – 321 – призначений для розрізання і намотування в рулони. Обрізна ширина 4200 мм. Робоча швидкість 200-1200 м/хв (заправочна швидкість 25 м/хв).

Найбільший діаметр намотуваного рулону 1200 мм, розмотуваного -2200 мм;

Намотування безштангове, діаметр намотуваної гільзи 90 мм;

Різання паперу по принципу ножиць. Кількість пар ножів – 9-11;

Заправка полотна – нижня;

Режим роботи – безперервний.

Гідророзбивач НДС-18 призначений для одночасного дорозпускання маси та її сортування від важких та легких домішок.

Корисний об'єм - 1м³;

Діаметр отворів сита - 4мм;

Потужність двигуна - 132 кВт;

Кількість обертів - 1000 об/хв.

Вихровий сепаратор відходів типу VSV -30 належить до категорії напірних сіткових сортувалок з підвищеним ефектом кінцевого розволокнення. З точки зору технологічного використання вихровий сепаратор відходів призначений для кінцевого сортування відходів з первинних сепараторів на лініях макулатури. Зважаючи на невелику виробничу потужність (до 50-60 тонн/день) вони можуть забезпечити самостійне сортування на одному ступені.

Функція вихрового сепаратора відходів ґрунтується на використанні механічних і гідродинамічних дій на масу лопаток ротора спеціальної форми, які працюють на вхідній і вихідній сторонах сортувальної сітки і забезпечують прохід маси навіть і при переробці сильно забрудненої сировини.

Приводний електродвигун: потужність – 110 кВт;

Обороти - 988 об/хв;

Площа сортувальної сітки - 0,251 м²;

Пропускна спроможність - 750...1100 л/хв .

Вихрові конічні очисники маси типу ОМ-02 використовується для грубого очищення маси з метою видалення із макулатурної маси частинок з високою питомою масою, таких як металеві джгути, пісок та ін.

Вихрові конічні очисники типу ОМ-02 мають наступні технічні характеристики:

діаметр очисника - 215 мм;

пропускна здатність - 1000 л/хв;

ступінь очистки металевих частин розміром більше 3 мм, не менше 80%;

Габаритні розміри, м:

- довжина 1,02;

- ширина 0,94;

- висота 3,35.

Схемою передбачено чотири очисника маси ОМ – 02.

Вихрова сортувалка - доволокнувач типу VDT -40 належить до категорії напірних доволокнувачів макулатурної маси. У технологічній лінії вихрова сортувалка - доволокнувач типу VDT використовується для безперервного доволокнення і одночасного сортування грубо розволокнених матеріалів з макулатури.

Продуктивність - 280 т/доб ;

Приводний електродвигун: потужність - 90 кВт;

Обороти - 988 об/хв;

Робочі обороти - 480 об/хв;

Площа сортувальної сітки – 0,419 м²;

Кількість відходів - т/добу;

Перевагою вихрової сортувалки - доволокнувача типу VDT являється:

- велика робоча надійність і стійкість проти забивання робочої сітки внаслідок двостороннього очищення робочої сітки, високий ефект доволокнення навіть і для паперу з підвищеною міцністю у вологому стані;

Вихрові конічні очисники METSO PAPER призначені для тонкої очистки макулатурної маси при низькій концентрації.

Продуктивність по п.с. волокну - 180 т/доб;

Концентрація маси, що очищується не > – 2,0 %;

Пропускна здатність - 600 л/хв;

Діаметр очисника - 110 мм;

Отвори насадки - 20 мм;

Очисників по ступеням:

1 ст (2 секції) – 76 (по 38 в кожній) шт;

2 ст - 22 шт;

3 ст - 4 шт;

Габаритні розміри - 6,14 х 5,82 х 3,15;

Маса з насосом і двигуном - 30 т;

Потужність загальна - 555 кВт.

Масний насос 14 БМ -14 Н має такі технічні характеристики:

Продуктивність - $Q=540 \text{ м}^3/\text{час}$;

$H=22 \text{ м}$;

Потужність електродвигуна - $N=75 \text{ кВт}$;

Кількість обертів – $P=1000 \text{ об/хв}$.

Вихрові конічні очисники типу УВК–700–02 призначені для очистки паперової маси в технологічному потоці папероробної машини. Робочий орган установки вихрової очистки складається із циліндричної головки з тангенціальним вхідним патрубком і патрубком очищеної маси; ніжки (стояки); насадки; меншої основи, яке слугує для випуску відходів; камери відходів, яка приєднана до меншої основи корпусу. Маса подається відцентровими насосами.

Установка вихрових конічних очисників УВК–700–02 має наступні технічні характеристики:

Продуктивність – 700 т/добу;

Пропускна здатність очисника – 400 л/хв;

Діаметр очисника – 160 мм;

Діаметр отворів насадки – 24 мм;

Габаритні розміри – 18,52 х 5,72 х 3,15 мм;

Маса з насосом та двигуном – 82,72 т.

Млин пульсаційний служить для остаточного розпускання на окремі волокна шматочки макулатури.

Продуктивність: 5 – 25 т/добу;

Діаметр ротора: 190 мм, число робочих зон: 3;

Частота обертання ротора: 3000 мин^{-1} , габаритні розміри, м: довжина 1,57,

ширина 0,41, висота 0,58;

Маса (загальна): 0,68 т;

Кількість: 1 шт.

Масні басейни поділяються на приймальні чи буферні, акумулюючі волокнисті напівфабрикати перед розмелюванням, проміжні між ступенями розмелювання – з мішалками.

Приймальні або буферні басейни слугують для створення достатнього запасу маси на підприємстві на випадок зупинки окремих частин виробництва. А також для усереднення її якості. Обираємо УПВ - 21 об'єм перемішуваної маси 100-400 м². Діаметр мішалки 1250 мм. потужність приводу 37 кВт.

Виходячи із технологічної схеми проектом передбачені басейни об'ємом 200 м³ (металеві).

Згущувач шаберний призначений для згущення макулатурної маси від концентрації 0,4–1,0 % до 3,0–7,0 %.

Продуктивність – 30...50 т/добу;

Довжина циліндр - 4000 мм;

Діаметр циліндра - 2000 мм;

Частота обертання циліндра - 18 об/хв;

Діаметр шаберного вала - 665 мм;

Потужність двигуна - 11 кВт;

Частота обертання - 1460 об/хв;

Габаритні розміри - 5850x2970x3100 мм;

Маса - 11500 кг.

Басейн згущеного браку має такі технічні характеристики:

Матеріал - сталь легована;

Об'єм ванни- 65 м³;

Діаметр - 5300 мм;

Потужність переміш.пристар - 37 кВт;

Кількість обертів - 1000 об/хв.

Збірник підсіткових вод:

Матеріал - сталь 08Х22Н6Т

Об'єм - 30 м³;

Діаметр - 5200 мм;

Висота - 1700 мм;

Бак постійного рівня (Англія)

Матеріал - сталь 08Х22Н6Т,

Розміри - 1700х750х1200 мм.

Фракціонатор типу УСМ призначений для поділу волокна на різні фракції, які відрізняються лінійними розмірами.

Продуктивність – до 70 т/добу;

Концентрація маси - 0,5 - 5,0%;

Кількість фракцій, що відбираються – 3;

Ступінь очищення від забруднених домішок - до 98%;

Кількість очищеного волокна до загальної кількості, що надходить на сортування - до 80%;

Діаметр сортувалки – 1 м;

Витрата енергії на 1 т повітряно – сухого волокна – 8...12 кВт годин;

Млин дисковий здвоєний МДС – 24 призначений для розмелювання волокнистих напівфабрикатів.

Діаметр дисків – 800 мм;

Частота обертання ротора - 750 хв⁻¹;

Установочна потужність – 630 кВт;

Потужність холостого ходу – 210 кВт;

Окружна швидкість ротора – 31,4 м/с ;

Продуктивність – 70...240 т/добу;

Маса – не більше 13 т.

Вузловловлювач закритого типу ВЗ -13 використовують для очищення паперової маси від забруднень волокнистого походження, що мають розміри більші ніж розміри окремих розмелених волокон.

Площа сита – 2,29 м²;

Продуктивність – 60...200 т/добу;

Найбільша концентрація сортованої маси - 1,3%;

Перепад тиску – 0,5 МПа;

Кількість лопатей ротора – 4 шт;

Частота обертання ротора - 310 хв.⁻¹;

Діаметр отворів сита – 1,4 -2,4 мм;

Потужність електродвигуна - 30 кВт;

Габаритні розміри, м:

Довжина – 2,60;

Ширина - 1,74;

Висота – 1,74;

Загальна маса – 3,0 т.

2.5 Розрахунок теплового балансу

Вихідні дані		
Продуктивність, кг / год	$G=$	6316
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1=$	57
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2=$	7
Початкова температура матеріалу, °C	$t_1=$	20
Початкова температура повітря, °C	$\theta_1=$	15
Початкова вологість повітря	$F_1=$	0,4
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4=$	60
Кінцева вологість повітря	$F_2=$	0,84
Температура повітря після теплообмінників, °C	$\theta_2=$	30
Температура пари, що гріє, °C	$\theta_{\text{пар}}=$	138
Тепловий баланс сушки		
Стаття приходу / витрати тепла		Кдж/ч
Прихід тепла		
1. З парою, яка поступає в сушильні циліндри		1879619,69
2. З парою, яка поступає в калорифер		2877248,08
3. Тепло використане в теплообміннику		1852393,755
Всього		46609261,52
Витрата тепла		
1. На підігрів матеріалу		3418278,966
2. На сушіння в 2-му, 3-му періодах		37295087,4
3. На втрати в навколишнє середовище		338713,8916
4. На втрати з невикористаним повітрям		185239,3755
5. На підігрів повітря в теплообмінників		185293,755
6. На втрати які підуть з повітрям		3519548,134
Всього		46609261,52
Результати розрахунку		
Витрата пари в сушильній частині, кг / год	$D_1=$	19076,164
Витрата пари в калориферах, кг / год	$D_2=$	1310,5863

Загальна витрата пара, кг / год	D=	20386,75031
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг / год	D _{уд} =	1,6646
Кількість повітря, що подається в сушку, кг / год	L=	122756,2315
Кількість свіжого повітря, кг / год	L ₉ =	135031,8547
Поверхня теплопередачі для підігріву сушки, м ²	F ₁ =	39,86331155
Поверхня теплопередачі для сушіння, м ²	F _{2,3} =	522,3928379
Загальна поверхня теплопередачі, м ²	F=	562,2561495
Температура повітря на вході в суш. частини, °C	θ ₃ =	53,29889156
Температура матеріалу при сушці з постійною швид. °C	t ₂ =	60
Середня температура матеріалу в періодах 2, 3 °C	t ₄ =	78,9
Середня температура матеріалу, °C	t ₅ =	40
Температура матеріалу після сушіння, °C	t ₃ =	113,55

РОЗРАХУНОК КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ПАПЕРУ

Вихідні дані

Продуктивність, кг/год	G =	6316
Початкова вологість матеріалу, %	W ₁ =	57
Кінцева вологість матеріалу, %	W ₂ =	7
Початкова температура матеріалу, °C	t ₁ =	20
Початкова температура повітря, °C	θ ¹ ₁ =	15
Початкова вологість повітря	F ₁ =	0,4
Температура нагріву в калорифері	θ ₁ =	300
Температура оточуючого середовища	θ _o =	25
Поверхня сушильної камери	F _{ск} =	160

Матеріальний баланс сушіння

Надходження	КГ/Ч
1. Суха речовина	3590,33
2. Волога з сухою речовиною	4388,18
3. Сухе повітря	45950,01
4. Волога з повітрям	143,62
Всього	54072,14
Витрати	

1. Суха речовина	3590,33
2. Волога з сухою речовиною	149,59
3. Сухе повітря	45950,01
4. Волога з повітрям	4382,20
Всього	54072,14

Тепловий баланс сушіння

Статті надходження/витрати тепла	КДЖ/Ч
Надходження тепла	
З повітрям при підігріванні в калорифері	13174343
Всього	13174343
Витрати тепла	
1. На підігрів матеріалу	470093,87
2. На сушіння в 2-му, 3-му періодах	10317678
3. На втрати в навколишнє середовище	3025,64
4. На втрати з повітрям, що йде	2311288,3
Всього	13174343
Витрати повітря на сушіння, кг/год	L= 45950,01
Сумарні витрати тепла в сушильній частині, кдж/год	Q= 10863055
Витрати тепла на 1кг матеріалу, кдж/кг	Q _o = 3025,64
Поверхня матеріалу для підігріву, м ²	F ₁ = 36,26
Поверхня матеріалу для сушіння, м2	F ₂ = 899,14
Загальна поверхня матеріалу, м2	F = 935,40
Температура повітря на виході з суш. частини, °С	θ ₃ = 65
Середня температура повітря в камері, °С	θ= 182,5
Середня температура матеріалу, °С	t ¹ = 30
Ср. температура матеріалу в 2,3 періодах, °С	t _{2,3} = 47,5
Температура матеріалу після сушіння, °С	t ₃ = 61,25

3 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

3.1 Фізико-хімічні і санітарно-гігієнічні характеристики шкідливих, вибухо-, пожежонебезпечних речовин

Охорона життя і здоров'я громадян в процесі їх трудової діяльності, створення безпечних умов праці — одне з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від підготовки фахівців всіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці [12].

Під час експлуатації обладнання технологічної лінії на обслуговий персонал можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори [12]:

- машини та механізми, що рухаються;
- незагороджені елементи устаткування, що рухаються та обертаються;
- підвищена температура поверхні обладнання (в сушильній частині машини);
- небезпечний рівень напруги в електричній мережі;
- підвищена або знижена температура і відносна вологість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень пилу в повітрі робочої зони;
- підвищений рівень статичної електрики;
- важкість та напруженість праці;
- перебування робітника в зоні можливого падіння вантажу (під час роботи крана) [12].

Сучасний розвиток науки і техніки приносить принципові нововведення у всі сфери матеріального виробництва, що істотно міняє технологічні процеси та використовувані матеріали [12]. У свою чергу зміни технології й устаткування приводять до трансформації умов праці і трудового процесу в цілому. Тому в процесі розробки нової техніки необхідно провести науковий аналіз можливих

небезпечних виробничих чинників та і розробити способи, які мінімізують їх несприятливий вплив на працівників [12].

У даному розділі дана оцінка умов праці робочих папероробного цеху, на підставі чого розроблені заходи направлені на забезпечення здорових і безпечних умов праці, пожежної і екологічної безпеки [12].

3.2 Виробниче освітлення

У проектованому цеху передбачено природне, штучне та суміщене освітлення. Природне освітлення однобічне, та здійснюється в денний час доби через вікна цеху.

По характеристиці зорової роботи підприємство, в якому проводиться спостереження за ходом виробничого процесу відноситься до IV розряду (середньої точності)[12].

Виробництво безперервне, саме тому передбачено штучне освітлення в нічний час доби. Аварійне та евакуаційне.

Ввечері та протягом ночі використовують такі види світильників як люмінесцентні лампи та лампи розжарювання.

Для системи електричного освітлення підібрані пиловологонепроникні світильники ПВЛ-6, люмінесцентні лампи потужністю 40 Вт, кількістю -50 шт. Також встановлені ртутні лампи високого тиску ДРЛ-400 кількістю – 38 шт. Для рівномірного світлорозсіювання, стіни розфарбовані у світлі тонна згідно СНиП 181-70[12].

Норма освітленості (СНиП II-4-79) на ділянках має складати:

- розпуск целюлози, розмелювання	- 75
- мокра частина ПРМ	- 75
- сушильна частина ПРМ	- 180
- накат ПРМ	- 150
- ділянка різання паперу	- 200

3.3 Пожежна безпека

Сировина, проміжні та готові продукти не є вибухонебезпечними та токсичними. Враховуючи те, що під час виробництва використовується велика кількість горючих матеріалів, пожежі можуть виникати на сушильній частині, в районі ПРВ, на складах макулатури та готової продукції [12].

В цілях протипожежної безпеки на підприємстві систематично видаляється пил з пресової частини ПРМ, своєчасно забирається паперовий брак, змащувальні матеріали зберігаються в металічних ящиках у відведених місцях, палити дозволяється в спеціально відведених місцях.

В разі виникнення пожежі необхідно вимкнути вентиляцію, а швидкість машини понизити до мінімальної. Зупинити машину слід по особливому розпорядженню. Також при первинній пожежній небезпеці повинні бути здійснені первинні заходи пожежогасіння. Вони призначені для ліквідації невеликих осередків загоряння, а також для гасіння пожеж в початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єкту до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

До первинних методів пожежогасіння відноситься: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні ковдри) і пожежний інструмент (ломи, сокири і т. п.) [12].

Вогнегасники і пожежний інвентар забарвлені в червоний колір, а бочки з водою і ящики з піском також мають відповідні написи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується в чорний колір [12].

Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки повинні бути укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 8 л.

Ящики для піску мають місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ і повинні бути укомплектовані совковою лопатою.

Протипожежні ковдри, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна, грубо шерстної тканини, повинні мати розмір не менше 2х1 м і 2х2 м [12].

Пожежна безпека пресової частини відповідає вимогам нормативних актів.

3.4 Шум і вібрація

Під час виробничого циклу на робочих місцях, дільницях та на території всього підприємства виникають шум та вібрація. Характеристики цих механічних впливів містяться в ДСН 3.3.6.037–99 та ДСН 3.3.6.039–99. Шум і вібрації здійснюють шкідливий вплив на організм людини та її нервову систему, може з'являтися безсоння, відбуватись зниження працездатності, порушуватись слух [12].

Джерелами шуму та вібрацій є рухомі частини машини, приводи, крани, насоси, вентилятори, дискові млини та інше обладнання.

Рівень шуму в цеху не повинен перевищувати 75 дБА [12]. Контроль за рівнем шуму проводиться 1 раз на рік за допомогою шумоміра ВШВ-003.

Для захисту працівників від шуму та вібрацій передбачено ряд заходів:

1. Встановлення звукоізоляційних кабін для робітників в залах ПРМ та РПВ.
2. Винесення шумного та віброуючого обладнання в окреме приміщення.
3. Ізолювання джерел шуму та вібрацій, звуко- та вібропоглинання.
4. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту згідно ГОСТ 12.4.001–75 ССБТ.

3.5 Електробезпека

Всі процеси на виробництві пов'язані з використанням електрообладнання і виробничі приміщення відносяться до зон з підвищеною небезпекою згідно ПУЕ, оскільки присутні такі умови небезпеки, як наявність струмопровідної підлоги (залізобетонної), відносна вологість більше 75 % та ін. [12].

Електроустаткування живиться від трифазної електричної мережі змінного струму частотою 50 Гц з глухозаземленою нейтраллю 220/380 В.

За ГОСТ 12.1.038 – 84 допустиме значення струму, що протікає через тіло людини при нормальному режимі роботи електроустановки, $I_{\text{л}} = 0,3 \text{ мА}$,

напруга дотику $U_d = 2V$. При аварійному режимі $I_l = 6\text{ мА}$, $U_d = 36\text{ В}$.

Порівнюючи розрахункові значення I_l і U_d з нормативними, бачимо, що при порушенні вимог ПУЕ в цеху може відбуватись враження працівників електричним струмом, призводячи до різних видів електротравм.

Тому необхідно вживати заходи і засоби, щоб попередити травмування людей. Електробезпека в відповідності з ГОСТ 12.1.019 – 79 забезпечується організаційними і технічними заходами. До організаційних відносяться інструктажі та навчання безпечним методам праці, перевірка знань з правил техніки безпеки та інструкцій, вірна організація праці, контроль над виконанням робіт відповідальної особи з ІТР [12].

Технічні заходи:

1. Електрична ізоляція, яка запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору (не менше 0,5 МОм), подвійна ізоляція.

2. Розташування струмоведучих частин на недосяжній висоті (2700 мм) або в недоступному місці забезпечує безпеку без огорожень та блокувань.

3. Використання малих напруг, джерелом яких є знижувальні трансформатори.

4. Занулення, яке усуває небезпеку ураження людей струмом за рахунок автоматичного вимкнення пошкодженої установки від електромережі.

5. Блокування (електричне, електромеханічне та механічне), яке полягає у відключенні напруги.

6. Орієнтація в електроустановках, яка забезпечується маркуванням частин обладнання, попереджувальними сигналами і знаками, надписами і табличками, пофарбуванням і кольором неізованих струмоведучих частин, розпізнавальним забарвленням органів керування та ін. [12].

Обслуговування діючих електроустановок, проведення в них оперативних переключень, організація та виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і випробувань здійснюються спеціально підготовленим електротехнічним персоналом [12].

4 СТАРТАП ПРОЕКТ

Результати магістерської дисертації, а саме: результати дослідження впливу оптимального градуса млива макулатурної маси на показники якості санітарно-гігієнічних видів паперу були покладені в основу стартап-проекту.

4.1 Опис ідеї стартап-проекту

Ідея полягає в підвищенні конкурентоздатності продукту шляхом зниження його собівартості та підвищення якості санітарно-гігієнічних видів паперу завдяки впровадженню ідей, запропонованих в дисертації. Останнє позитивно вплине на підвищення якості продукту.

Основною проблемою в процесі виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу є його собівартість та поступове зниження якості макулатурної сировини, так як на сьогоднішній час в Україні не працює жодний завод з виробництва целюлози. Саме тому виробники змушені купувати целюлозу за кордоном. Ситуація на ринку змушує виробника реалізовувати продукт практично по собівартості.

Для вирішення цих проблем пропонується скорочення затрат на електроенергію та підвищення якості макулатурної маси. Також пропонується впровадження ідей, запропонованих в дисертації. Ці заходи дозволять підвищити якість санітарно-гігієнічних видів паперу під час його виробництва (формування).

При впровадженні результатів дослідження буде підвищено якість підготовки макулатурної маси.

Підвищення фізико-механічних показників дозволить знизити вагу 1м² паперу, що сприятиме економії сировини.

4.2 Аудит динаміки і основних тенденцій внутрішнього ринку

У 2019 році в Україні було вироблено 1150 тис. тон продукції в картонно-паперовій галузі, що на 4,7% більше, ніж роком раніше. При цьому виробництво туалетного паперу склало досить високий відсоток від загальної кількості.

У 2019 р. найбільшими виробниками тарного картону та туалетного паперу стали:

1. Рубіжанський КТК – 220 тис.тон;
2. Київський КПК – 141 тис. тон;
3. «Понінківська КПФ - Україна» + ТОВ "Понінківський КПФ" – 73 тис. тон;
4. ТОВ "Луцька КПФ- Україна"+ ТОВ "Луцька КПФ" – 46 тис. тон;
5. ВАТ "Жидачівський ЦПК" – 31тис. тон

Слід зазначити, що на українському ринку виробників споживчої упаковки з картону та санітарно-гігієнічних видів паперу працюють понад 50 вітчизняних виробників.

В 2020р. очікується зменшення виробництва у зв'язку з санкціями з боку РФ, які торкнулися паперової промисловості України.. Галузь змушена шукати інші ринки збуту, які майже завжди приводять до зростання логістичної складової у собівартості продукції. Перенасиченість ринку в Європі та РФ змушує виробників знижувати ціну на продукцію, тому зменшення собівартості – головна прерогатива на сьогоднішній день.

4.3 Аналіз зовнішнього маркетингового середовища

Аналіз факторів мікрорекетингового середовища здійснюється у відповідності з параметрами, наведеними в таблицях 4.3 – 4.7

Таблиця 4.3 – Підсумкова таблиця факторів політико-правового середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Політико-правове середовище країни-партнера	Продаж товару за кордон	Відносини між країнами	Необхідність закупки компонентів для виготовлення товару з різних країн
Зовнішня політика країни	Продаж товару за кордон	Відносини між країнами	Необхідність реалізації товару в різних країнах
Зовнішня політика країни	Закупівля компонентів для виготовлення товару	Відносини між країнами	Необхідність закупки компонентів для виготовлення товару з різних країн

Таблиця 4.4 – Підсумкова таблиця факторів економічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Рівень розвитку виробництва		Обладнання, не дає можливості збільшення обсягу виробництва	Підписання контрактів на вироблення електродної продукції виробниками
Економічний потенціал країни		Низький потенціал, що не дозволяє виготовляти певні компоненти (пристрої, плати).	Закупівлю необхідних пристроїв проводити у країні партнері.
Конкуренти, які створюють дешевшу продукцію		Створення нової економічно вигідної продукції	Розроблення системи знижок для компаній-партнерів
Відсутність опалення через аварії на ТЕЦ		Неможливість працівникам працювати	Встановлення автономного опалення

Таблиця 4.5 – Підсумкова таблиця факторів науково-технічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Конкуренти, які створюють продукцію новітніми технологіями		Створення нової економічно вигідної продукції	Створення технічних лабораторій по розробці нових технологій Проведення семінарів і обмін досвідом з компаніями-партнерами. Залучення студентів та молодих фахівців

Таблиця 4.6 – Підсумкова таблиця факторів демографічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Вихід на пенсію працівників у поважному віці	Заощадження на зарплаті	Недосвідчені спеціалісти	Проведення постійних тренінгів для молодих фахівців. Заклучити контракт з ВНЗ, який випускає спеціалістів по потрібному профілю та прийняття студентів на практику.

Таблиця 4.7 – Підсумкова таблиця факторів соціо-культурного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Непорозуміння між працівниками, що представляють різні культурні класи		Зниження якості роботи	Робити презентації та тренінги щодо культурної спадщини різних народів, а також віросповідань.

Таблиця 4.8 – Підсумкова таблиця факторів природного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Відсутність опалення через аварії на ТЕЦ		Неможливість працівникам працювати	Встановлення автономного опалення
Погана погода		Неможливість транспортування	Окремі пункти у договорі про можливі додаткові дні поставок у зв'язку з погодними умовами

4.4 Аналіз факторів мікроркетингового середовища

Таблиця 4.9 – Підсумкова таблиця впливу конкурентів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Ціна вища ніж у конкурентів		Люди не будуть купувати товар	1.Розробка систем знижок 2. Проведення демонстрацій і «чорної реклами», де буде показана вища якість
Використання нових технологій		Продукція конкурентів буде більш якісна	Постійний обмін досвідом з науковими-дослідними інститутами; Премії за нововведення

Таблиця 4.10 – Підсумкова таблиця впливу споживачів

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Ціна більша за середню		Люди будуть брати дешевшу продукцію	1.Розробка систем знижок 2. Проведення демонстрацій і «чорної реклами», де буде показана вища якість

Таблиця 4.11 – Підсумкова таблиця впливу постачальників

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Постачання не в термін		Замовлення будуть виготовлеви невчасно	Давати певний проміжок на час виготовлення
Постачання не якісної продукції		Якість систем керування не відповідатиме заданій	Встановлення штрафів постачальникам за брак продукції

Таблиця 4.12 – Підсумкова таблиця впливу контактних аудиторій

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні шляхи вирішення проблеми чи реалізації можливості
	Можливості	Загрози	
Реклама у соціальних мережах	піар	Отримання конкурентами інформації про технології	Використання поверхневої реклами, прив'язка до телефонних змовлень; захист інформації.
ЗМІ	піар	Викидання негативної інформації в ЗМІ	Мати свій канал і знайомих журналістів. Можливо, відкрити своє інформангентство паралельно

4.5 Аналіз конкуренції на ринку

Таблиця 4.13 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції : Чиста	Ніхто не може вплинути на ситуацію на ринку безпосередньо. Лише інновації та вигідні пропозиції	Система знижок, програми лояльності. Акції.
2. За рівнем конкурентної боротьби : національна (згодом і міжнародна)	Треба орієнтуватися спочатку на національний ринок. Після формування імені підприємства, можна переходити (і потрібно) на міжнародний ринок.	Підприємство повинно мати відповідну продуктивність, щоб забезпечити потребу ринку на рівні країни.
3. За галузевою ознакою : внутрішньогалузева.	Виробництво туалетного паперу належить до целюлозно-паперової промисловості.	Використання нових технологій виробництва.
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно- родова; -товарно-видова	Конкуренція між різноманітними видами товарів, що можуть виконувати схожі функції. Конкуренція між товарами одного виду	Виробництво більш дешевого та якісного туалетного паперу .
5. За характером конкурентних переваг: нецінова	Виробництво з використанням новітніх технологій.	Удосконалення технології виробництва.
6. За інтенсивністю: марочна	Після створення підприємства буде створена марка під якою будуть випускатися всі види продукції, які виготовлятимуться.	Підприємство всі свої товари об'єднуватиме новітнім процесом виробництва паперу.

Таблиця 4.14 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Новий підхід до виробництва туалетного паперу	Спосіб виготовлення продукту відрізняється від традиційного використанням новітніх технологій, які дозволяють зменшити собівартість. Крім того, впровадженням модернізації обладнання – встановленням тряско-сітки на формуючій частині ПРМ.
2.	Доступна ціна	Використання методів для здешевлення тепло-енергоресурсів
3.	Наявність сировинних ресурсів та хімікатів	Зменшення використання сировини та енергоресурсів.
4.	Ступінь задоволення додаткових потреб споживача	Підвищується якість туалетного паперу .

Таблиця 4.15 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін впровадження виробництва туалетного паперу

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів- конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Новий підхід до виробництва туалетного паперу	16					•		
2.	Доступна ціна	20							•
3.	Наявність сировинних ресурсів	14				•			
4.	Ступінь задоволення додаткових потреб споживача	20							•

4.6 Вибір цільових груп потенційних споживачів

Таблиця 4.16 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Фізичні особи (широка громадськість)	Готові до переходу на використання туалетного паперу .	Потенційний попит є значним.	Значна інтенсивність конкурентів.	Ввійти в сегмент не просто, оскільки на ринку є конкуренція
2.	Виробники брендированих товарів та послуг	Готові, оскільки паперові матеріали із логотипом фірми користуються популярністю.	Попит значний через велику кількість фірм та підприємств, які бажають розмістити додаткову рекламу.	Значна інтенсивність конкурентів.	Ввійти в сегмент не легко, оскільки вже існують виробники паперу-основи.
Які цільові групи обрано: Фізичні особи, виробники брендированих товарів та послуг					

Таблиця 4.17 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія Охоплення ринку	Ключові конкуренто-спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Виробництво туалетного паперу.	Диференційований маркетинг	Нова економічна технологія виробництва туалетного паперу . Менша ціна на готову продукцію в порівнянні з конкурентами.	Диференціації

Таблиця 4.18 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні	Буде переорієнтовувати споживачів тому, що ринок переповнений, але завдяки інноваціям там меншій собівартості є можливість вийти в лідери	Оскільки основна мета конкурентів і даного проекту – це забезпечити виробництво більш якісною сировиною, тому, характеристики останнього будуть відповідати основним стандартним вимогам.	Постійно досконалювати технологію і обладнання для виробництва туалетного паперу для зниження собівартості продукту і росту його якості

Таблиця 4.19 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Низька вартість, якість, швидке виконання замовлень.	Стратегія диференціації	Нова економічна технологія виробництва туалетного паперу . Менша ціна на готову продукцію в порівнянні з конкурентами.	1. Для виготовлення паперу- використовують інноваційні методи виробництва, що підвищують якість та зменшують собівартість.

4.7 Висновки до 5 розділу

На основі проведеного дослідження, можна зробити висновок, що впровадження стартап проекту, який базується на підвищенні рівня і стабільності якості туалетного паперу шляхом вивчення властивостей, обладнання та технології його виробництва і впровадження новітніх досягнень в цій галузі, є перспективним, оскільки дозволяє зменшити собівартість готової продукції та покращити її якість.

ВИСНОВКИ

1. Інновації, запропоновані в дисертації, спрямовані на підвищення ефективності використання ресурсів та ширшого застосування чистих та екологічно безпечних технологій з метою підтримки економічного розвитку та добробуту людей.

2. Дослідженнями, проведеними в лабораторних умовах, підтверджено, що процес розмелювання в технологічній лінії приготування макулатурної маси дає основний приріст розроблення волокна за ступенем млива, який залежить від марки макулатури та максимально позитивно впливає на основні фізико-механічні показники паперового полотна.

3. Використання математичних залежностей та комп'ютерних технологій дало можливість установити, що оптимальний ступінь млива для макулатури марки МС-5Б за всіма досліджуваними показниками якості знаходиться в межах **55-60 °ШР**.

4. Якщо брати до уваги, що закономірності, на яких базуються процеси розмелювання макулатурної маси, є спільними для продукції, що виготовляється із макулатурної сировини, то такі закономірності можна перенести і на підготовку макулатурної маси для виготовлення туалетного паперу з оптимальною масою 25-30 г. Таким чином, оптимальним для виготовлення туалетного паперу із макулатури можна вважати градус млива – **55-60 °ШР**.

5. Наведено основні положення стандартів та технічних умов на сировину, хімікати та готову продукцію (туалетного паперу).

6. Розраховано матеріальний баланс води та волокна. Для виробництва 1 т готової продукції необхідно 1042,4 кг макулатури. Витрата свіжої води становить 37,9 м³ на 1 т. готової продукції. Вимої волокна на сітці становлять 9.5 %.

7. Проведено розрахунок та вибір основного та допоміжного технологічного обладнання.

8. Розраховано тепловий баланс контактного сушіння картонного полотна на картонноробній машині.

9. Проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів виробництва і техніки безпеки на виробництві.

10. Наведено Стартап проект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Офіційний сайт асоціації українських підприємств целюлозно-паперової галузі «УкрПапір» <http://www.ukrpaper.org>.
- 2 Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для ВУЗов. – М: «Лесная промышленность», 1988, - 440 с.
- 3 Иванов С.Н. Технология бумаги. – М: «Школа бумаги», 2006, -690 с.
- 4 Шитов Ф.А. Технология бумаги и картона, - М. «Высш. школа», 1978. – 376с.
- 5 Примаков С.П., Барабаш В.А., Технологія паперу і картону: навчальний посібник для вузів. – Київ: Екмо, 2002. – 396 с.
- 6 Легоцкий С.С., Гончаров В.Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. – М.: Лесн. Пром-сть, 1990. – 224с.
- 7 ДСТУ 7798-2015.Папір для гофрування. Технічні умови.
- 8 Нормативно-техническая документация и ГОСТы на сырье, и готовую продукцию.
- 9 Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». – К.: КФТП, 2001.-68 с.
- 10 С.Г. Жудро «Основы проектирования целлюлозно – бумажного предприятия» Издательство Москва «Лесная промышленность» 1965.- 303 с.
- 11 Бумагоделательное оборудование. Каталог. – ЗАО «Петрозаводск-маш».: Издательство «Скандинавия», 2002 г.
- 12 Справочник по охране труда и техника безопасности в химической промышленности. Правила и инструкции по работе с оборудованием и механизмами и по обращению с вредными веществами. М. Химия, 1971.- 454 с.
- 13 Справочник бумажника. Т-II. М.: Изд-во «Лесн. пром-ость», 1965. - 852 с.
- 14 Handbook of Paper and Board. H. Holik (Ed.), Copyright © 2006 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. – 524 p.
- 15 Технологія паперу та картону: Метод. вказівки до виконання розрахунків

матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – «Хімічна технологія» програми професійного спрямування 6.051301 «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Уклад.: Плосконос В.Г., Примаков С.П., Черьопкіна Р.І., Антоненко Л.П., Мовчанюк О.М. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 54 с.

16 Офіційний сайт компанії «Фойт Пейпер» <http://voith.com>.

17 Зозулев, А.В. Промышленный маркетинг: стратегический аспект [Текст]: учеб. пос. / А.В. Зозулев. – Харьков: Студцентр, 2005. – 328 с.: ил.; табл. – Библиогр. 86 наим. (с. 321-325). – 800 экз. – ISBN 966-7530-38-8.

18 Офіційний сайт Рубіжанського картонно-тарного комбінату <http://www.rktk.com.ua>.

19 Офіційний сайт компанії PRPulping <https://pulppr.com>.

20 Ресурсоефективне та чисте виробництво: Навчальний Посібник з впровадження ресурсоефективного та більш чистого виробництва (UNIDO Cleaner Production Toolkit), <http://recpc.kpi.ua/ua/resursnye-materialy-2/posibnik-yunido-pochistomu-virobnitstvu>.

21 Плосконос В.Г. Прогнозирование загрязненности оборотных и сточных вод производства картона и бумаги из макулатуры: Авторефер. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Ленинград, 1987, -177 с.

22 Заморуев Б.М. Использование воды в целлюлозно-бумажном производстве. – М.: Лесн. Пром-сть, 1998. – 216с.

23 Кожевников С.Ю. Химия и технологии СКИФ для бумаги/ С.Ю. Кожевников, И.Н. Ковернинский. – М.: Изд-во Московского государственного университета леса, 2010. – 91с.

24 Плосконос В.Г., Якименко О.С. "Використання методу групового врахування аргументів для розроблення інформативних планів експерименту в дослідженні систем виробництва паперу та картону", /Вісник НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2019, Наук.зб., № 1 (18), с.92 -96.

25 Плосконос В. Г. Синтез математичних моделей з використанням комп'ютерних технологій з метою прогнозування рівнів забруднення водопотоків

технологічних систем виробництва паперу та картону //Міжнародний науковий журнал "Інтернаука".-2019. № 12(74), с.34-38, DOI: 10.25313/2520-2057-2019-12-5186.

26 Плосконос В. Г., Букіна Я.І. Наукові аспекти пошуку оптимальних умов використання модифікованих кукурудзяних крохмальних клеїв у виробництві паперу та картону//Міжнародний науково-метричний журнал "Інтернаука". - 2019. - №13 (75), с.42 -51.

27 Плосконос В.Г. "Нові тенденції в методології дослідження стану складних систем картонно-паперового виробництва",/Вісник НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, 2020, Наук.зб., № 1 (19), с.65 -70.

28 Ластов'як Ю. Я, Назаренко Д.С., Плосконос В.Г. "USE OF MODIFIED WHEAT STARCH ADHESIVES FOR THE IMPROVEMENT OF QUALITY PAPERWAY" \ \ Зб.тез доповідей ХУІІІ міжнародної наук.-практ.конф. студ.,аспір.та молодих учених "Ресурсо-енергозберігаючі технології та обладнання", К.:, 2020, 21-22.05, с.139 -142.

29 Ластов'як Ю. Я, Назаренко Д.С., Порохов Д.В., Плосконос В.Г. "RESEARCH INFLUENCE OF THE MILLING PROCESS ON QUALITY INDICATORS OF PAPERWAY" \ \ Зб.тез доповідей ХХУІ Всеукраїнської наук.-практ.конф. студ.,аспір. і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів", К.: 2020, 21-22.05,с.46 -49.

30 Ластов'як Ю. Я, Назаренко Д.С., Плосконос В.Г. "Використання модифікованих пшеничних крохмальних клеїв з метою підвищення якості паперового полотна" \ \ Зб.тез доповід. ХХІ наук.-практ.конф. "Екологія. Людина. Суспільство", К.:, 2020, 21-22.05, с.199-200.

UDC 676.2.024

**USE OF MODIFIED WHEAT STARCH ADHESIVES
FOR THE IMPROVEMENT OF QUALITY PAPERWAY**

Undergraduate students Lastovyak Yu., Nazarenko D.,
technical sciences candidate, senior scientist, assistant professor Ploskonos V.G.

National Technical University of Ukraine

“The Igor Sykorsky Polytechnical Institute of Kyev ”

Анотація. В ході виконання роботи проведено дослідження з метою виявлення позитивного впливу модифікованих пшеничних крохмальних клеїв на комплекс фізико-механічних показників паперового полотна. Зважаючи на те, що основним цінним компонентом макулатури є целюлозні волокна, дослідження, які проведені під час виконання даної дослідницької роботи, спрямовані на максимально можливе утримання цих волокон паперовим полотном без суттєвого погіршення його якості. Проведено серію експериментів за використання в якості зміцнювального агента пшеничного крохмалю. З метою скорочення кількості дослідів та підвищення інформативності експерименту попередньо розроблено матрицю експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності та шумостійкості. За результатами експериментальних досліджень будуть розроблені математичні моделі, дослідження яких дасть експериментатору можливість відслідкувати всі процеси, що відбуваються за використання пшеничного крохмалю, та підібрати оптимальні його дози в процесі виготовлення певного виду паперу із заданими фізико-механічними властивостями.

Ключові слова: крохмальні клеї, паперове полотно, фізико-механічні показники, матрицю експерименту, математичні моделі.

Summary. In the course of the work, a study was conducted to identify the positive effect of modified wheat starch adhesives on the complex of physical and mechanical parameters of the paper web. Considering that the main valuable component of waste paper is cellulose fibers, the researches carried out in the course of this research work are aimed at the maximum possible retention of these fibers with paper web without any significant deterioration of its quality. A series of experiments were conducted to use wheat starch as a fortifying agent. In order to reduce the number of experiments and increase the informativeness of the

experiment, a matrix of experimental studies has been pre-developed using informative and noise immunity criteria. According to the results of the experimental researches, mathematical models will be developed, the researches of which will give the experimenter the opportunity to trace all the processes occurring with the use of wheat starch and to find the optimal doses of it in the process of making a certain type of paper with the given physical and mechanical properties.

Key words: starch adhesives, paper cloth, physico-mechanical parameters, experiment matrix, mathematical models..

The purpose of this work is to study the effect of modified wheat starch adhesives on the complex of physical and mechanical parameters of the paper web in the process of its formation.

As is known [1,2], the secondary fiber, which is obtained in the process of recycling waste, is today an important source of raw materials for the manufacture of paper and cardboard in the enterprises of the industry. However, partial or complete replacement of expensive pulp for waste paper in cardboard and paper products leads to a number of technological problems, although the cost of finished products is reduced. Considering that the main valuable component of waste paper is cellulose fibers, the researches carried out in the course of this research work are aimed at the maximum possible retention of these fibers with paper web without any significant deterioration of its quality.

To maximize the trapping of fibers on the mesh of the paper machine and to maintain a complex of physico-mechanical parameters of products manufactured at a sufficiently high level, starch adhesives are used.

As adhesive agents for paper and cardboard cloth, starch adhesives are widely used in the world practice of cardboard and paper production [3]. The prospect of increasing the use of starch in the cardboard and paper industry is also explained by the fact that starch is a renewable natural product. Starch is a complex carbohydrate that is regarded as a polymerization product containing several thousand monosaccharides in the molecule. The role of starches is especially increasing in the context of deficiency of high quality cellulose fiber. The environmental benefits of using starches as a means of enhancing the production of fine fibers on the paper machine mesh are related to the natural nature of the starches themselves.

To enhance starch retention, synthetic polymers are added, or modified starch is used instead of conventional starch. This approach increases the retention of starch on the fiber of the paper web in the process of releasing the paper pulp to the grid of the paper machine, respectively, and during pressing and drying of the paper web. Thus, it is possible to reduce the degree of pollution of the sewage,

namely: saturation with fine fibers.

Non-modified starch, modified starch, starch phosphates, starch diesters and low-substitution starch acetates may be used in the waste weight compositions.

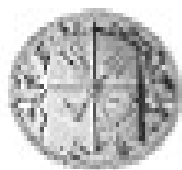
Normal unmodified starch is rarely used because of its poor solubility. Starch dispersion in cold water has no binding force. The stickiness of the starch is properly linked to the gelatinization temperature, which is a parameter dependent on the plant from which the starch is made. Starch paste obtained from unmodified starch has a relatively high viscosity at a very low concentration of dense particles. Another disadvantage is that starch is not related to cellulose fibers that are negatively charged. This impairs the retention of starch in the process of forming a paper web. Modifications are used to eliminate these disadvantages.

In the process of modification, the hydrolysis (break) of glycosidic bonds occurs, resulting in a decrease in the molecular weight of starch polysaccharides and a decrease in the viscosity of its dispersions. Particular attention should be paid to cationic modified starches, which may be the most unique class of starch derivatives that have recently become widespread. Their large scale of industrial importance lies in their affinity for negatively charged cellulose molecules. Thus, in solution, starch 'sticks' to the fibers, which helps to increase its retention on the canvas and, accordingly, the physical and mechanical properties of paper or cardboard.

Thus, in the course of research, a series of experiments were conducted to use wheat starch as a fortifying agent. In order to reduce the number of experiments and increase the informativeness of the experiment, a matrix of experimental studies was previously developed using informative and noise immunity criteria [4]. According to the results of experimental researches, mathematical models will be developed [5], the researches of which will give the experimenter the opportunity to trace all the processes occurring with the use of wheat starch and to find the optimal doses of it in the process of making a certain type of paper with the given physical and mechanical properties.

References

1. *Primakov SP, Barbash VA* Paper and cardboard technology: A guide for universities in Kiev. ECMO - 2008. - 396 p.
2. *Ivanov SN* Paper technology. - M.: Easy. 2006, 696 p.
3. Review information. The use of starch glue in the manufacture of packaging. Cellulose, paper and cardboard. - M.: VNIPIEI Lesprom. - 1985.- №10.-p.36-45.
4. *Ploskonos VG* The use of computer technologies in the development of plans for experimental research of complex technological systems for the



Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

**Зб.тез доповідей XXVI Всеукраїнської наук.-
практ.конф. студ.,аспір. і молодих вчених**

**”Обладнання хімічних виробництв і
підприємств будівельних матеріалів ”**

21-22 травня

Київ 2020

RESEARCH INFLUENCE OF THE MILLING PROCESS ON QUALITY INDICATORS OF PAPERWAY

*Undergraduate students Lastovyak Yu., Nazarenko D., Porokhov D.,
technical sciences candidate, senior scientist, assistant professor Ploskonos V.G.*

National Technical University of Ukraine

“The Igor Sykorsky Polytechnical Institute of Kyev ”

Анотація. В ході виконання роботи проведено дослідження з метою дослідження та визначення оптимального градуса млива макулатурної маси в умовах використання крохмального клею із модифікованого кукурудзяного крохмалю різного ступеня заміщення: 0,035, 0,042, 0,053. Однією з головних проблем розширеного використання макулатури в якості сировини для виробництва різних видів паперу та картону є відновлення паперотворних властивостей вторинних волокон [1,2]. Аналіз наявної інформації показує, що фізико-механічні показники паперового полотна, виготовленого з макулатурної маси, значно поступаються аналогічним показникам в результаті використання первинного волокна. Основними причинами, які знижують відповідні показники вторинних волокон, є: зрговіння волокон і руйнування капілярів в процесі сушіння, природне старіння целюлозних волокон, а також несприятливий фракційний склад макулатурної маси, який залежить від технології виготовлення видів паперу, які входять до складу макулатури. Існують різні способи підвищення міцних показників якості паперу. Одним з таких способів - це проклейка, коли в масу або на поверхню додають різні допоміжні хімічні речовини (ДХВ) [3].

Ключові слова: градус млива маси, крохмальні клеї, паперове полотно, фізико-механічні показники.

Summary. In the course of the work, a study was conducted to investigate and determine the optimum degree of grinding mill waste in the conditions of use of starch glue of modified corn starch of different degrees of substitution: 0,035, 0,042, 0,053. One of the major problems with the expanded use of waste paper as raw material for the production of various types of paper and cardboard is the restoration of the paper-forming properties of secondary fibers [1,2]. Analysis of the available information shows that the physico-mechanical indices of the paper web made from waste paper are significantly inferior to the analogous indicators resulting from the use of primary fiber. The main causes that reduce the corresponding performance of the secondary fibers are: bending of the fibers and destruction of the capillaries in the drying process, the natural aging of the pulp fibers, as well as the unfavorable fractional composition of waste paper, which depends on the technology of production of types of paper in the composition. There are various ways to improve strong paper quality. One of these is sizing when various auxiliary chemicals (DHA) are added to the mass or to the surface [3].

Key words: degree grinding mass, starch adhesives, paper cloth, physical and mechanical parameters.

One of the major problems with the expanded use of waste paper as raw material for the production of various types of paper and cardboard is the restoration of the paper-forming properties of secondary fibers [1,2].

Analysis of the available information shows that the physico-mechanical indices of the paper web made from waste paper are significantly inferior to the analogous indicators resulting from the use of primary fiber.

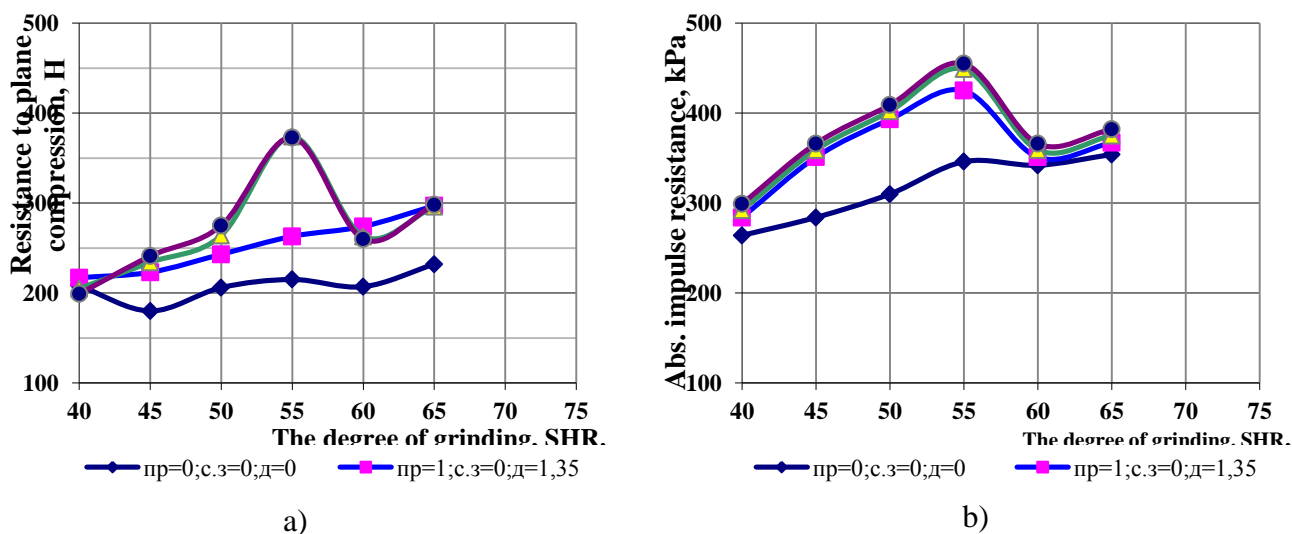
The main causes that reduce the corresponding performance of the secondary fibers are: bending of the fibers and destruction of the capillaries in the drying process, the natural aging of the pulp fibers, as well as the unfavorable fractional composition of waste paper, which depends on the technology of production of types of paper in the comp. There are various ways to improve strong paper quality. One of these is sizing when various auxiliary chemicals (DHA) are added to the mass or to the surface [3].

The purpose of this work is to investigate and determine the optimum degree of grinding mill waste in the conditions of use of starch glue of modified corn starch of different degrees of substitution: 0,035, 0,042, 0,053. Starch adhesive should increase the physical and mechanical performance of corrugated paper.

The studies were carried out under laboratory conditions and using mathematical models [3] in the range of varying the degree of grinding from 40 to 70 OWR. The weight of 1m² of samples was tried to withstand at 125 g.

Conducted 4 series of experiments, namely: waste paper without sizing; waste paper with sizing of unmodified corn glue (consumption 13,5 kg / t); waste paper with sizing modified corn glue (replacement degree 0,035; consumption 16 kg \ t); waste paper with sizing with modified corn glue (replacement degree 0,053; consumption 18 kg \ t).

In Fig. 1 shows the graphs of the dependence of the indices of resistance to planar compression, the absolute resistance to punching, the specific tear resistance and surface water absorption of paper samples from the degree of grinding mass.



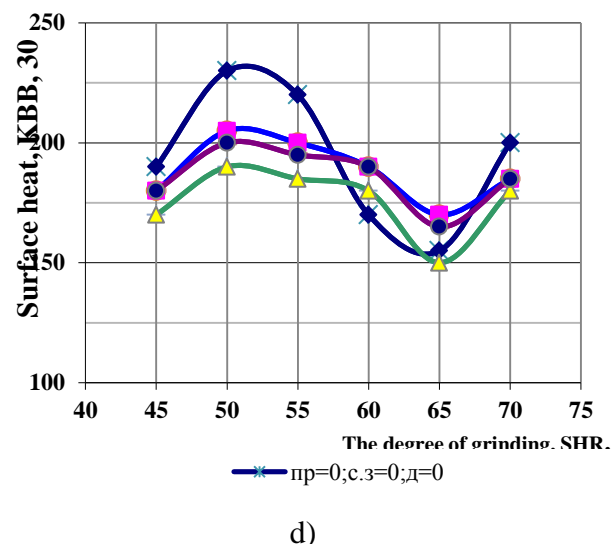
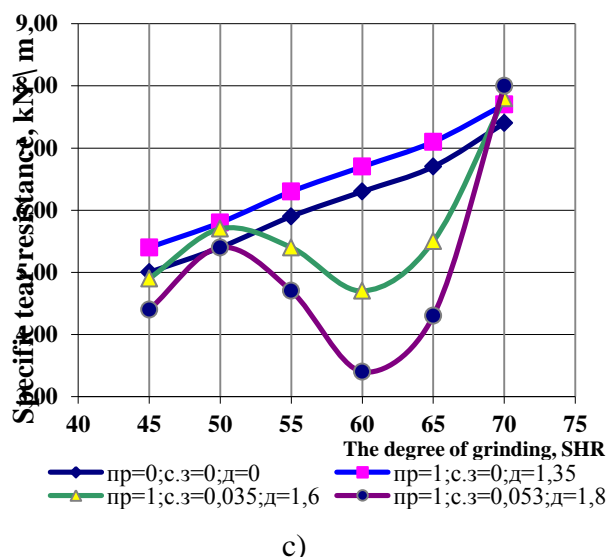


Figure 1 Graphs of dependence of physico-mechanical characteristics of castings on the degree of grinding mass: a) resistance to plane compression; b) the absolute resistance to pushing; c) specific tear resistance; d) surface water absorption of paper samples.

Thus, in the course of the experimental studies, it was found that the optimal degree of grinding for waste paper brand MC-5B in terms of resistance to planar compression and absolute resistance to extrusion is within 55 ° W. In terms of the specific tear resistance in the case of using unmodified adhesive, the optimum value of the degree of grinding can be considered as 70 ° SHR, at which the maximum value of the specific tear resistance approaching 8.0 is reached. However, if a modified adhesive is used (with a degree of substitution of 0.035 to 0.053), then two optima can be observed: 50 ° ShR at which the value of the specific tear resistance of 5.8-6.0 is reached, and 70 ° ShR at which the maximum value is reached specific tear resistance approaching 8.0.

According to the indicator of surface water absorption, the expedient limit at which the indicator reaches the minimum value is 65 ° SH.

References

1. Primakov SP, Barbash VA Paper and cardboard technology: A guide for universities in Kiev. ECMO - 2008. - 396 p.
2. Ivanov SN Paper technology. - M.: Easy. 2006, 696 p.
3. Ploskonos VG, Bukina E.I. Scientific Aspects of Finding the Optimal Conditions for the Use of Modified Corn Starch Adhesives in Paper and Cardboard Production // International Scientific Journal "Internauka". - 2019. - №13 (75), p.42 -51.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Зб.тез доповідей ХХІ наук.-практ.конф.
"Екологія. Людина. Суспільство

21-22 травня

Київ 2020

ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ПШЕНИЧНИХ КРОХМАЛЬНИХ КЛЕЇВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

магістранти Ластов'як Ю., Назаренко Д., доцент, к.т.н. Плосконос В.Г.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056
e-mail: <dimon.nazarenko.2015@mail.ru>

Метою даної роботи є дослідження впливу модифікованих пшеничних крохмальних клеїв на комплекс фізико-механічних показників паперового полотна в процесі його формування.

Як відомо [1,2], вторинне волокно, яке отримують в процесі переробки макулатури, на сьогоднішній день є важливим джерелом вихідної сировини для виготовлення паперу та картону на підприємствах галузі. Разом з тим, часткова або повна заміна дороговартісної целюлози на макулатуру в композиції картонно-паперової продукції призводить до виникнення ряду технологічних проблем, хоча собівартість готової продукції знижується. Зважаючи на те, що основним цінним компонентом макулатури є целюлозні волокна, дослідження, які проведені під час виконання даної дослідницької роботи, спрямовані на максимально можливе утримання цих волокон паперовим полотном без суттєвого погіршення його якості.

З метою максимального уловлювання волокон на сітці папероробної машини та для утримання комплексу фізико-механічних показників продукції, що виготовляється на достатньо високому рівні, використовують крохмальні клеї.

В якості зміцнювальних агентів для паперового та картонного полотна крохмальні клеї широко використовуються у світовій практиці картонно-паперового виробництва [3]. Перспектива збільшення обсягів використання крохмалю в картонно-паперовій галузі пояснюється ще і тим, що крохмаль це поновлюваний природний продукт. Крохмаль є складним вуглеводом, який розглядається як продукт полімеризації, що містить у молекулі кілька тисяч моносахаридів. Роль крохмалів особливо зростає в умовах дефіциту високоякісного целюлозного волокна. Екологічними перевагами використання крохмалів в якості засобу, що підвищує отримання дрібних волокон макулатурної маси на сітці папероробної машини, пов'язанні з природним характером самих крохмалів.

Для підвищення утримування крохмалю додають синтетичні полімери, або замість звичайного крохмалю використовують модифіковані крохмалі. Такий підхід дає змогу підвищити утримання крохмалю на волокні паперового полотна в процесі випуску паперової маси на сітку папероробної машини, відповідно, і під час пресування та сушіння паперового полотна. Таким чином є можливість зменшити ступінь забруднення підсіткових вод, а саме: насичення їх дрібним волокном.

В композиції макулатурної маси можуть застосовуватись не видозмінений крохмаль, модифікований крохмаль, крохмалофосфати, діефіри крохмалю та ацетати крохмалю з низьким ступенем заміщення.

Звичайний не модифікований крохмаль використовується дуже рідко через свою погану розчинність. Крохмальна дисперсія в холодній воді не має зв'язуючої сили. Клейкість крохмалю пов'язана належним чином з температурою желатинування, яка є параметром, залежним від рослини, з якої крохмаль виготовлений. Крохмальна паста, отримана з не видозміненого крохмалю, має порівняно високу в'язкість за дуже низької концентрації щільних частинок. Іншим недоліком є те, що крохмаль не є спорідненим до волокон целюлози, що заряджені негативно. Це погіршує утримання крохмалю в процесі формування паперового полотна. Для усунення цих недоліків до крохмалю застосовують модифікації.

В процесі модифікації відбувається гідроліз (розрив) глікозидних зв'язків, внаслідок чого зменшується молекулярна маса полісахаридів крохмалю і зменшується в'язкість його дисперсій. Особливу увагу слід приділити катіонним модифікованим крохмалю, що, можливо, є найсвоєріднішим класом похідних крохмалю, які недавно набули широкого розповсюдження.

Їх велика шкала промислової важливості полягає в їх спорідненості по відношенню до негативно заряджених молекул целюлози. Таким чином, в розчині крохмаль 'прилипає' до волокон, що сприяє підвищенню утримування його на полотні та, відповідно, фізико-механічних властивостей паперу або картону.

В ході проведення літературного пошуку відібрано фактори, визначено рівні їх варіювання та розроблено матрицю експерименту, використовуючи критерії інформативності та шумозахищеності [4]. Матриця містить 21 експериментальну точку.

В якості змінних величин використано 6 факторів, чотири з яких змінюються за планом на 4 рівнях, а саме: градус млива маси (X_1); наявність проклеювання (X_2); ступінь заміщення клею (X_3); витрата клею (X_4), точка введення клею (X_5). В якості шостого фактора виступає маса 1 м^2 зразків паперу. Як показує досвід проведення такого плану досліджень, в ході експериментів зафіксувати масу відливка на певному рівні не вдається, тому планується вплив цього фактора зафіксувати у процесі дослідження математичних моделей, які будуть розроблені в процесі оброблення результатів експериментальних даних.

Для проклеювання маси використовували пшеничний крохмальний клей за концентрації 3 %, який готували загальноприйнятим способом.

З витратою приготовленого модифікованого крохмального клею 0,8-1,05-1,55-1,8% та різним ступенем модифікації (0,037-0,045-0,053) виготовляли відливки паперу з додаванням клею під час відливання.

Виготовлені відливки піддавалися фізико-механічним випробуванням, з метою визначення впливу дози крохмального клею та ступеня заміщення на міцнісні показники паперу.

Після проведення випробувань отриманих зразків розроблено математичні залежності за такими показниками якості, як:

- опір плоскостному стисненню, Н, (Y_1);
- абс.опір продавлюванню, кПа, (Y_2);
- питомий опір розриванню в маш.напрямку, кН\м, (Y_3);
- опір торцевому стисненню, кН\м, (Y_4);
- поверхнева вбирність води, г, Кобб₃₀, (Y_5).

На етапі розробки математичних моделей використано методологію самоорганізації складних систем, а саме: використання комп'ютера та метода групового урахування аргументів (МГУА) [4].

а) математична модель за показником опору плоскостному стисненню, Н

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_1 = 97,67 + 1,22 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 \cdot X_6^3 - 0,20 \cdot X_1 \cdot \cos(X_4) \cdot X_5 + 1,79 \cdot 10^{-6} \cdot \text{tg}(X_1) \cdot X_6 - 7,58 \cdot \text{tg}^3(X_3) \cdot \cos(X_6) - 7,65 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot \cos(X_2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,05%.

б) математична модель за показником абсолютного опору продавлюванню, кПа.

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_2 = 240,86 + 2,4 \cdot 10^{-6} \cdot X_1^2 \cdot X_6^2 + 7,95 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_2) \cdot \cos(X_5) \cdot \cos(X_6) \cdot \sin(X_6) - 1,10 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(X_4) \cdot X_1^2 + 1,18 \cdot 10^1 \cdot X_4^2 \cdot \cos(X_4) \cdot \text{tg}(X_5) - 1,17 \cdot \text{tg}(X_1) \cdot \sin(X_6) \cdot \cos(X_2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 6,15%.

в) математична модель за показником питомого опору розриванню в машинному напрямку, кН\м

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_3 = 2,55 + 3,02 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 \cdot X_6^2 + 3,0 \cdot 10^{-2} \cdot \sin(X_1) \cdot \text{tg}^2(X_1) \cdot \text{tg}(X_5) - 1,07 \cdot \cos(X_5) \cdot \cos^2(X_6) \cdot \sin(X_6) + 7,75 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 \cdot \cos^2(X_1) \cdot \sin(X_5) - 1,68 \cdot 10^1 \cdot X_3 \cdot \sin^2(X_6) \cdot \cos(X_6)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 4,36 %.

г) математична модель за показником опору торцевому стисненню, кН\м

Математична модель має такий вигляд:

$$Y_4 = -1,37 + 2,63 \cdot 10^{-2} \cdot X_6 - 3,1 \cdot 10^{-1} \cdot \cos(X_1) \cdot \text{tg}(X_5) \cdot \cos^2(X_6) + 6,22 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(X_1) \cdot X_2 - 1,74 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos^2(X_1) - 6,85 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^2(X_1) \cdot \cos(X_4)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 8,78 %.

д) математична модель за показником поверхневої вбирності води Кобб₃₀, г
Математична модель має такий вигляд:

$$Y_5 = 133,42 + 6,11 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_4) \cdot \cos(X_5) \cdot X_6 + \\ + 2,82 \cdot \cos(X_1) \cdot \operatorname{tg}(X_4) \cdot X_3 \cdot \operatorname{tg}(X_6) + 3,42 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_4 \cdot X_6^2 - \\ - 3,25 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_4) \cdot \cos^2(X_5) \cdot \cos(X_6) + 1,69 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot \sin(X_4) \cdot X_6^2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,25 %.

Аналіз розроблених математичних моделей дозволяє зробити висновок, що всі створені математичні моделі логічні, мають мінімальні похибки і тому дають можливість моделювати ситуацію в тих точках факторного простору, де експеримент фізично не проводився, та отримувати цінну інформацію стосовно вкладу кожного із досліджуваних факторів на процес.

На попередньому етапі даної дослідницької роботи було поставлено завдання:, а саме: з метою забезпечення високого комплексу фізико-механічних показників вирішити питання оптимального градуса млива, за якого зберігаються найкращі паперотворні властивості волокон макулатурної маси.

Аналіз отриманих результатів випробувань показали, що відслідкувати закономірності впливу градуса млива маси на міцнісні характеристики зразків паперу неможливо, тому що в процесі експериментальних досліджень, як і очікувалося, не вдалося втримати масу (і, відповідно, товщину відливки) на заданому рівні: маса коливається в межах від 103,1÷137,9 г/м². Оптимальною масою зразків паперу в процесі моделювання визначено 125 г. Це значення було зафіксовано на даному рівні для можливості визначення впливу інших чотирьох факторів.

Оптимальним ступінь млива макулатурного волокна для макулатури марки МС-5Б можна вважати, за умови введення клею на стадії розмелювання, в межах 55°ШР. Це стосується таких показників якості, як опір плоскостному стисненню та абсолютний опір продавлюванню. За показником же питомого опору розриву та опору торцевому стисненню оптимальним значенням показника градуса млива можна вважати 60 °ШР, за якого досягається максимальна величина указаних показників.

Наступним етапом НДР заплановано дослідження впливу ступеня заміщення крохмального клею на показники міцності зразків паперу.

Додаткові експериментальні дослідження необхідно також проводити з використанням засобів обчислювальної техніки на базі математичних моделей, а результати цих досліджень надати діаграм.

Базуючись на отриманих результатах досліджень, можливо побудувати графічні залежності та прослідкувати, наприклад, вплив ступеня заміщення крохмального клею та його дози на показники міцності паперово-картонної продукції за різного градуса млива маси.

Таким чином, в процесі виконання дослідницької роботи проведена серія експериментів за використання в якості зміцнювального агента пшеничного крохмалю. З метою скорочення кількості дослідів та підвищення інформативності експерименту попередньо було розроблено матрицю експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності та шумостійкості [4]. За результатами експериментальних досліджень розроблено математичні моделі [4], дослідження яких дають можливість експериментатору відслідкувати всі процеси, що відбуваються за використання пшеничного крохмалю, та підібрати оптимальні його дози в процесі виготовлення певного виду паперу із заданими фізико-механічними властивостями.

Література:

1. *Примаков С.П., Барбаш В.А.* Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для ВУЗів –Київ. ЕКМО - 2008. - 396 с.
2. *Іванов С.Н.* Технологія бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 2006. – 696 с.
3. Обзорная информация. Применение крахмального клея в производстве тарного картона. Целлюлоза, бумага и картон. – М.: ВНИИПИЭИ леспром. – 1985.-№10.-с.36—45.
4. *Плосконос В.Г.* Використання комп'ютерних технологій в розробці планів експериментальних досліджень складних технологічних систем виробництва паперу та картону//Міжнародний наукометричний журнал "Інтернаука".- 2018.- № 21(61), т.3, с.50-54. DOI: 10.25313/2520-2057-2018-21-4428.